

А. С. КОЧУРОВ, А. Г. НАЗАРОВ, А. Г. ЗАСЫПКИН,  
Н. Р. ГИММЕЛЬМАН, А. Ф. ВОЛЕГОВ, А. А. НЕСТЕРОВ

# Справочник РАБОЧЕГО - МОДЕЛЬЩИКА

*Издание второе,  
переработанное и дополненное*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва 1963

В справочнике, составленном группой специалистов — работников Уральского завода тяжелого машиностроения, систематизирован опыт передовых предприятий Советского Союза. Второе издание справочника дополнено новыми данными, отражающими научно-технические достижения в области модельного производства за последние годы.

В справочнике содержатся сведения по технологии изготовления деревянных и металлических моделей; справочные данные о материалах и инструментах, применяемых в модельных цехах, а также необходимые модельщикам в практической работе сведения по литейному производству, математике и физике.

Справочник предназначен для рабочих модельных цехов машиностроительных заводов.

*Одобрено техническим советом модельного цеха Уралмашзавода*

---

РЕДАКЦИЯ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКЕ МЕТАЛЛОВ

И. о. зав. редакцией инж. Л. А. Осипова

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	6
<b>Глава I Элементы математики и физики . . . . .</b>	<b>7</b>
1. Квадраты, квадратные корни и площади кругов . . . . .	7
2. Элементы окружности и правильных многоугольников . . . . .	10
3. Площади плоских фигур . . . . .	18
4. Объемы тел . . . . .	23
5. Тригонометрические функции . . . . .	30
Определение значений синусов . . . . .	31
Определение значений косинусов . . . . .	36
Определение значений тангенсов . . . . .	36
Определение значений котангенсов . . . . .	36
6. Некоторые практические примеры применения математических расчетов при изготовлении моделей . . . . .	46
7. Единицы измерения . . . . .	53
8. Удельный вес и плотность . . . . .	55
Рекомендуемая литература . . . . .	56
<b>Глава II. Основные сведения по черчению . . . . .</b>	<b>57</b>
1. Геометрические построения . . . . .	57
Построение перпендикуляров . . . . .	57
Деление отрезков прямой на равные части . . . . .	58
Проведение параллельных прямых . . . . .	58
Построение угла, равного данному . . . . .	59
Деление углов . . . . .	59
Деление окружности на равные части и построение правильных многоугольников . . . . .	60
Построение правильных многоугольников с любым числом сторон . . . . .	61
Нахождение радиуса дуги . . . . .	62
2. Уклоны и конусность . . . . .	62
3. Построение сопряжений . . . . .	63
Скругление углов . . . . .	63
Сопряжения параллельных прямых . . . . .	64
Сопряжение дуги окружности с прямой . . . . .	64
Сопряжение дуг окружностей . . . . .	65
4. Построение овалов и эллипсов . . . . .	66
Построение овалов . . . . .	66
Построение эллипсов . . . . .	66
5. Резьба . . . . .	67
Построение винтовой линии . . . . .	67
Типы резьбы и ее обозначение . . . . .	68
6. Вычерчивание профиля зубчатых колес . . . . .	78
Элементы зубчатых колес . . . . .	78
Построение эвольвентного профиля . . . . .	81
Построение циклоидального профиля . . . . .	81
7. Модельные чертежи и модельная разметка . . . . .	86
Рекомендуемая литература . . . . .	87
<b>Глава III. Материалы модельного производства . . . . .</b>	<b>88</b>
1. Материалы, применяемые для изготовления моделей . . . . .	88
2. Древесные материалы . . . . .	88
Породы дерева, применяемые в модельном производстве . . . . .	88
Строение дерева . . . . .	88
Физические свойства древесины . . . . .	94
Механические свойства древесины . . . . .	97
Сушка древесины . . . . .	98
Пиломатериалы . . . . .	102
3. Алюминиевые сплавы . . . . .	104
4. Чугун . . . . .	105

5. Бронза . . . . .	106
6. Пластмассы . . . . .	106
7. Вспомогательные материалы . . . . .	107
Клей . . . . .	107
Лаки спиртовые и спирто-эмалевые . . . . .	109
Нитроэмали и нитрошпаклевки . . . . .	110
Материалы для ремонта и пайки . . . . .	111
Отделочные материалы . . . . .	111
Шкурка шлифовальная . . . . .	112
Рекомендуемая литература . . . . .	112
<b>Глава IV. Основные сведения о литейном производстве . . . . .</b>	<b>113</b>
1. Марки литейных сплавов . . . . .	113
2. Опoki . . . . .	114
3. Модели . . . . .	119
Технологические утолщения . . . . .	119
Формовочные уклоны . . . . .	120
Припуски на механическую обработку . . . . .	122
Линейная усадка . . . . .	127
Размеры знаков стержней . . . . .	128
Величина зазоров между знаками форм и стержней . . . . .	128
4. Литниковые системы . . . . .	131
5. Прибыли . . . . .	135
6. Литейный брак по вине модельщиков . . . . .	137
Рекомендуемая литература . . . . .	138
<b>Глава V. Обработка древесины . . . . .</b>	<b>139</b>
1. Процесс резания древесины . . . . .	139
Удельное сопротивление резанию . . . . .	139
Режимы резания . . . . .	142
2. Основные способы обработки древесины . . . . .	144
Пиление . . . . .	144
Строгание . . . . .	149
Фрезерование . . . . .	155
Сверление . . . . .	175
Долбление и резание стамесками . . . . .	179
Токарная обработка . . . . .	187
3. Электрифицированные ручные инструменты . . . . .	196
Техническая характеристика электрифицированных инструментов . . . . .	196
Правила пользования электроинструментами . . . . .	200
Правила техники безопасности при работе электроинструментами . . . . .	202
4. Допуски и посадки в деревообработке . . . . .	204
5. Чистота поверхности древесины . . . . .	215
Рекомендуемая литература . . . . .	216
<b>Глава VI. Классификация и изготовление моделей . . . . .</b>	<b>217</b>
1. Классификация моделей и технические требования на их изготовление . . . . .	217
2. Модели для машинной формовки . . . . .	224
Стационарные и координатные плиты . . . . .	224
Модельные плиты для безопочной формовки . . . . .	233
Ящики для машинной формовки стержней . . . . .	242
3. Модели для ручной формовки . . . . .	244
Особенности изготовления моделей для ручной формовки . . . . .	244
Модельная оснастка для шаблонной формовки и скелетные модели . . . . .	245
Модельные комплекты для формовки в стержнях . . . . .	248
4. Упрочнение деревянных моделей . . . . .	250
5. Окраска и маркировка моделей . . . . .	250
Отличительная окраска . . . . .	250
Маркировка моделей . . . . .	251
6. Контроль . . . . .	255
7. Хранение моделей . . . . .	256
Рекомендуемая литература . . . . .	256

<b>Глава VII. Конструирование заготовок моделей</b>	<b>257</b>
1. Заготовка щитов	257
2. Массивные заготовки	260
3. Заготовки типа рам	260
4. Заготовки типа коробок	263
5. Круглые заготовки	268
6. Заготовки круглых стержневых ящиков	273
7. Заготовки коробчатых стержневых ящиков	282
Рекомендуемая литература	291
<b>Глава VIII. Разная оснастка и приспособления к деревянным моделям</b>	<b>292</b>
1. Штыри и дюбели для спаривания	292
2. Крепежные металлические приспособления	293
3. Подъемы для извлечения моделей из формы	297
4. Цапфы	302
5. Шпильки	303
6. Гвозди	304
7. Шурупы и глухари	304
8. Болты, гайки, шайбы и винты	304
<b>Глава IX. Металлические модели</b>	<b>308</b>
1. Конструкции металлических модельных комплектов	308
Основные требования, предъявляемые к модельному комплекту.	
Конструктивные элементы	309
Модели	318
Стержневые ящики	325
Сушильные плиты фасонные (драйеры)	335
Технологический процесс изготовления фасонных сушильных плит	339
2. Станочная обработка модельных комплектов	341
Оборудование	341
Режущий инструмент	342
Режимы обработки	347
3. Слесарная обработка модельных комплектов	352
4. Нормы точности и чистоты	355
Рекомендуемая литература	360

## ПРЕДИСЛОВИЕ

По мере роста выпуска машин в нашей стране, механизации и автоматизации производства на машиностроительных заводах непрерывно совершенствуется производство литых деталей. Вместе с улучшением технологии литейного производства и увеличением выпуска отливок постоянно совершенствуется и производство модельной оснастки. При изготовлении моделей ручные трудоемкие операции заменяются механизированными, все шире вводятся различные технологические усовершенствования. Труд модельщика становится все более высокопроизводительным.

Работа в условиях механизированного производства и высокие требования к качеству модельной оснастки обуславливают также высокие требования к квалификации модельщика. Профессия модельщика одна из самых сложных в машиностроении. Модельщик должен быть чертежником-конструктором, так как ему необходимо вычерчивать модельные чертежи в натуральную величину на деревянных или металлических шитах с большой точностью. Должен иметь глубокие знания по литейному производству — он должен учитывать в конструкции модельного комплекта условия производства отливки. Быть разметчиком — разметить детали и узлы модельного комплекта в процессе обработки и сборки, производить необходимую разметку и проверку после сборки. В этом квалификация модельщика не должна уступать квалификации разметчика механического цеха. Кроме всего этого, модельщик по дереву должен хорошо знать технологию деревообработки и сборки модельного комплекта, физические и технические свойства материалов для моделей.

«Справочник рабочего-модельщика» преследует цель оказать помощь модельщикам в решении возникающих при работе вопросов, а также расширить их технический кругозор, повысить квалификацию. Первое издание справочника рецензировали канд. техн. наук А. С. Филиппов и инж. К. И. Рязанов. Научное редактирование было проведено инж. Б. П. Захаровым. Необходимость переиздания настоящего справочника вызвана недостатком литературы по модельному производству. Во втором издании справочника учтены пожелания профессора И. П. Егоренкова, а также рекомендации многих читателей.

В справочник внесены дополнения и изменения в соответствии с нормами машиностроения (МН 939-60 по МН 984-60), выпущенными Стандартиздатом СССР. В целях удобства пользования справочником глава VI первого издания — Деревянные модели во втором издании переработана и разделена на три главы: классификация и изготовление моделей (классификация моделей дается в соответствии с нормами машиностроения МН 732-60; МН 733-60); конструирование заготовок моделей; оснастка и приспособление к деревянным моделям.

Переработана также глава по металлическим моделям. В эту главу включены новые разделы по конструированию и изготовлению сушильных плит для сушки стержней.

---

## ЭЛЕМЕНТЫ МАТЕМАТИКИ И ФИЗИКИ

В этой главе приведены некоторые основные формулы и различные математические таблицы, которые могут оказаться необходимыми модельщику для проведения разнообразных расчетов, таких, например, как определение объема моделей, стержневых ящиков, досок, шптов, как деление окружности на несколько равных частей и т. д. Пользуясь формулами и таблицами, приведенными в этой главе, модельщик сможет расчетным путем определить размеры некоторых элементов моделей и стержневых ящиков и сохранить время, необходимое на вычерчивание их в натуральную величину.

На многих примерах показано, как нужно пользоваться формулами и таблицами, так что необходимые навыки будут приобретены очень быстро. Особенно большую пользу может принести модельщику шестой параграф первой главы, где приведены практические примеры применения математических расчетов в модельном производстве.

### 1. КВАДРАТЫ, КВАДРАТНЫЕ КОРНИ И ПЛОЩАДИ КРУГОВ

Значения квадратов, квадратные корни и площадей кругов для чисел от 1 до 1000 приведены в табл. 1.

Если нужно найти значение квадрата или площади круга для числа, которого нет в табл. 1, например для 37, то следует поступать так: найти в таблице значения квадрата или площади круга для числа 370 и разделить найденные значения на 100

$$37^2 = \frac{136900}{100} = 1369; \quad \frac{\pi 37^2}{4} = \frac{107521}{100} = 1075,21.$$

Для нахождения значения квадратного корня из числа, меньшего табличного в 10 раз, нужно найденное в таблице значение квадратного корня разделить на 3,1623

$$\sqrt{37} = \frac{\sqrt{370}}{3,1623} = \frac{19,2354}{3,1623} = 6,08.$$

Чтобы не производить деления многозначных чисел, можно, если не требуется большой точности, ограничиться при делении числами с двумя цифрами после запятой

$$\sqrt{37} = \frac{19,23}{3,16} = 6,08$$

Таблица 1

Квадраты ( $n^2$ ), квадратные корни ( $\sqrt{n}$ ) и площади кругов ( $\frac{\pi n^2}{4}$ ) для чисел от 1 до 1000

$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$
1	1	1,0000	0,7854	160	25600	12,6491	20106,2
10	100	3,1623	78,5398	170	28900	13,0384	22698,0
20	400	4,4721	314,159	180	32400	13,4164	25446,9
30	900	5,4772	706,858	190	36100	13,7840	28352,9
40	1600	6,3246	1256,64	200	40000	14,1421	31415,9
50	2500	7,0711	1963,50	210	44100	14,4914	34636,1
60	3600	7,7460	2827,43	220	48400	14,8324	38013,3
70	4900	8,3666	3848,45	230	52900	15,1658	41547,6
80	6400	8,9443	5026,55	240	57600	15,4919	45238,9
90	8100	9,4868	6361,73	250	62500	15,8114	49087,4
100	10000	10,0000	7853,98	260	67600	16,1245	53092,9
110	12100	10,4881	9503,32	270	72900	16,4317	57255,5
120	14400	10,9545	11309,7	280	78400	16,7332	61575,2
130	16900	11,4018	13273,2	290	84100	17,0294	69052,0
140	19600	11,8322	15393,8	300	90000	17,3205	70685,8
150	22500	12,2474	17671,5	310	96100	17,6068	75476,8



Таблица 1 (окончание)

$n$	$n$	$\sqrt{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$n$	$n^2$	$\sqrt{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$
320	102400	17,8885	80424,8	500	250000	22,3607	196350
330	108900	18,1659	85529,9	510	260100	22,5832	204282
340	115600	18,4391	90792,0	520	270400	22,8035	212372
350	122500	18,7083	96211,3	530	280900	23,0217	220618
360	129600	18,9737	101788	540	291600	23,2379	229022
370	136900	19,2354	107521	550	302500	23,4521	237583
380	144400	19,4936	113411	560	313600	23,6643	246301
390	152100	19,7484	119459	570	324900	23,8747	255176
400	160000	20,0000	125664	580	336400	24,0932	264208
410	168100	20,2485	132025	590	348100	24,2889	273397
420	176400	20,4939	138544	600	360000	24,4949	282743
430	184900	20,7364	145220	650	422500	25,4951	331831
440	193600	20,9762	152053	700	490000	26,4575	384845
450	202500	21,2132	159043	750	562500	27,3861	441786
460	211600	21,4476	166190	800	640000	28,2843	502655
470	220900	21,6795	173494	850	722500	29,1548	567450
480	230400	21,9089	180956	900	810000	30,0000	636173
490	240100	22,1359	188574	950	902500	30,8221	708822
				1000	1000000	31,6228	785398

## 2. ЭЛЕМЕНТЫ ОКРУЖНОСТИ И ПРАВИЛЬНЫХ МНОГОУГОЛЬНИКОВ

При определении длины элементов окружностей и правильных многоугольников следует пользоваться табл. 2—6.

**Пример 1.** Определить длину хорды, стягивающей дугу окружности, разделенной на семь частей, если радиус окружности равен 1200 мм. В табл. 2 против числа  $n=7$  находим значение хорды  $s=0,8678$  при радиусе, равном единице, и умножаем на 1200 мм

$$s=0,8678 \cdot 1200=1041,4 \text{ мм.}$$

Табл. 2 может быть использована для вычисления размеров секторов при заготовке моделей и стержневых ящиков и в других случаях, требующих деления окружности на равные части.

**Пример 2.** Определить длину хорды  $s$ , если центральный угол равен  $32^\circ 10'$ , а радиус окружности равен 1200 мм.

По табл. 3 против  $32^\circ 10'$  находим длину хорды  $s=0,5541$  при радиусе, равном единице, и умножаем найденное значение на 1200

$$s=0,5541 \cdot 1200=664,92 \text{ мм; округленно } s=665 \text{ мм.}$$

**Пример 3.** Найти длину стрелки, если центральный угол  $\alpha$  равен  $36^\circ$  и радиус окружности 1200 мм. По табл. 4 против  $36^\circ$  находим значение длины стрелки  $h=0,0489$  при радиусе, равном единице, и умножаем на 1200:  $h=0,0489 \cdot 1200=58,6 \text{ мм.}$

Табл. 6 рекомендуется пользоваться при срезании граней у знакомых частей круглых моделей и при изготовлении секторных стержневых ящиков.

**Пример 3.** Радиус описанной окружности  $R=600 \text{ мм}$ , число сторон  $n=8$ . Определить длину стороны  $s$  и радиус вписанной окружности  $r$ .

Из табл. 6 при числе сторон  $n=8$  находим

$$s=0,765R=0,765 \cdot 600=459 \text{ мм; } r=0,924R=0,924 \cdot 600=554 \text{ мм}$$

или

$$r=1,207s=1,207 \cdot 459=554 \text{ мм.}$$

**Пример 4.** Длина стороны  $s=500 \text{ мм}$ , число сторон  $n=8$ , радиус вписанной окружности  $r=603,5 \text{ мм}$ . Определить радиус описанной окружности  $R$

$$R=1,307s=1,307 \cdot 500=653 \text{ мм}$$

или

$$R=1,082r=1,082 \cdot 603,5=653 \text{ мм.}$$

**Пример 5.** Число сторон  $n=12$ , радиус описанной окружности  $R=1200 \text{ мм}$ . Определить  $r$  и  $s$

$$r=0,966R=0,966 \cdot 1200=1159 \text{ мм;}$$

$$s=0,518R=0,518 \cdot 1200=621,6 \text{ мм.}$$

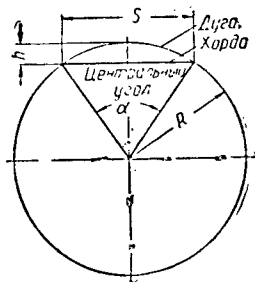
Таблица 2

Длина хорды  $s$ , стягивающей дугу окружности, разделенной на  $n$  равных частей,  
при радиусе окружности, равном единице

$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$	$n$	$s$
3	1,7321	16	0,3902	29	0,2162	42	0,1495	55	0,1142	68	0,0923	81	0,0775	94	0,0668
4	1,4142	17	0,3676	30	0,2091	43	0,1460	56	0,1121	69	0,0911	82	0,0766	95	0,0661
5	1,1756	18	0,3473	31	0,2023	44	0,1427	57	0,1102	70	0,0897	83	0,0757	96	0,0654
6	1,0000	19	0,3292	32	0,1961	45	0,1395	58	0,1083	71	0,0885	84	0,0748	97	0,0648
7	0,8678	20	0,3129	33	0,1901	46	0,1365	59	0,1064	72	0,0872	85	0,0739	98	0,0641
8	0,7654	21	0,2981	34	0,1845	47	0,1336	60	0,1047	73	0,0860	86	0,0730	99	0,0634
9	0,6840	22	0,2846	35	0,1793	48	0,1308	61	0,1031	74	0,0848	87	0,0722	100	0,0623
10	0,6180	23	0,2723	36	0,1743	49	0,1281	62	0,1013	75	0,0837	88	0,0714		
11	0,5633	24	0,2611	37	0,1696	50	0,1256	63	0,0997	76	0,0826	89	0,0704		
12	0,5176	25	0,2507	38	0,1652	51	0,1231	64	0,0981	77	0,0816	90	0,0698		
13	0,4786	26	0,2411	39	0,1609	52	0,1208	65	0,0966	78	0,0805	91	0,0690		
14	0,4449	27	0,2322	40	0,1569	53	0,1184	66	0,0949	79	0,0795	92	0,0683		
15	0,4158	28	0,2240	41	0,1531	54	0,1163	67	0,0937	80	0,0785	93	0,0676		

Таблица 3

Длина хорды  $s$ , соответствующей центральному углу  $\alpha$ , при радиусе окружности  $R$ , равном единице



Градусы	Минуты					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
0	0,0000	0,0029	0,0058	0,0087	0,0116	0,0145
1	0,0175	0,0204	0,0233	0,0262	0,0291	0,0320
2	0,0349	0,0378	0,0407	0,0436	0,0465	0,0494
3	0,0524	0,0553	0,0582	0,0611	0,0640	0,0669
4	0,0698	0,0727	0,0756	0,0785	0,0814	0,0843
5	0,0872	0,0901	0,0930	0,0960	0,0989	0,1018
6	0,1047	0,1076	0,1105	0,1134	0,1163	0,1192
7	0,1221	0,1250	0,1279	0,1308	0,1337	0,1366
8	0,1395	0,1424	0,1453	0,1482	0,1511	0,1540
9	0,1569	0,1598	0,1627	0,1656	0,1685	0,1714
10	0,1743	0,1772	0,1801	0,1830	0,1859	0,1888
11	0,1917	0,1946	0,1975	0,2004	0,2033	0,2062
12	0,2091	0,2119	0,2148	0,2177	0,2206	0,2235
13	0,2264	0,2293	0,2332	0,2351	0,2380	0,2409
14	0,2437	0,2466	0,2495	0,2524	0,2553	0,2582
15	0,2611	0,2639	0,2668	0,2697	0,2726	0,2755
16	0,2783	0,2812	0,2841	0,2870	0,2899	0,2927
17	0,2956	0,2985	0,3014	0,3042	0,3071	0,3100
18	0,3129	0,3157	0,3186	0,3215	0,3244	0,3272
19	0,3301	0,3330	0,3358	0,3387	0,3416	0,3444
20	0,3473	0,3502	0,3530	0,3559	0,3588	0,3616
21	0,3645	0,3673	0,3702	0,3730	0,3759	0,3788
22	0,3816	0,3845	0,3873	0,3902	0,3930	0,3959
23	0,3987	0,4016	0,4044	0,4073	0,4101	0,4130
24	0,4158	0,4187	0,4215	0,4244	0,4272	0,4300
25	0,4329	0,4357	0,4386	0,4414	0,4442	0,4471
26	0,4499	0,4527	0,4556	0,4584	0,4612	0,4641
27	0,4669	0,4697	0,4725	0,4754	0,4782	0,4810
28	0,4838	0,4867	0,4895	0,4923	0,4951	0,4979

Таблица 3 (продолжение)

Градусы	Минуты					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
29	0,5008	0,5036	0,5061	0,5092	0,5120	0,5148
30	0,5176	0,5204	0,5233	0,5261	0,5289	0,5317
31	0,5345	0,5373	0,5401	0,5429	0,5457	0,5485
32	0,5513	0,5541	0,5569	0,5597	0,5624	0,5652
33	0,5680	0,5708	0,5736	0,5764	0,5792	0,5820
34	0,5847	0,5875	0,5903	0,5931	0,5859	0,5986
35	0,6014	0,6042	0,6070	0,6097	0,6125	0,6153
36	0,6180	0,6208	0,6236	0,6263	0,6291	0,6318
37	0,6346	0,6374	0,6401	0,6429	0,6456	0,6484
38	0,6511	0,6539	0,6566	0,6594	0,6621	0,6649
39	0,6676	0,6704	0,6731	0,6758	0,6786	0,6813
40	0,6840	0,6868	0,6895	0,6922	0,6950	0,6977
41	0,7004	0,7031	0,7059	0,7086	0,7113	0,7140
42	0,7167	0,7195	0,7222	0,7249	0,7276	0,7303
43	0,7330	0,7357	0,7384	0,7411	0,7438	0,7465
44	0,7492	0,7519	0,7546	0,7573	0,7600	0,7627
45	0,7654	0,7681	0,7707	0,7734	0,7761	0,7788
46	0,7815	0,7841	0,7868	0,7895	0,7922	0,7948
47	0,7975	0,8002	0,8028	0,8055	0,8082	0,8108
48	0,8135	0,8161	0,8188	0,8214	0,8241	0,8267
49	0,8294	0,8320	0,8347	0,8373	0,8400	0,8426
50	0,8452	0,8479	0,8505	0,8531	0,8558	0,8584
51	0,8610	0,8636	0,8663	0,8689	0,8715	0,8741
52	0,8767	0,8794	0,8820	0,8846	0,8872	0,8898
53	0,8924	0,8950	0,8976	0,9002	0,9028	0,9054
54	0,9080	0,9106	0,9132	0,9157	0,9183	0,9209
55	0,9235	0,9261	0,9287	0,9312	0,9338	0,9364
56	0,9389	0,9415	0,9441	0,9466	0,9492	0,9518
57	0,9543	0,9569	0,9594	0,9620	0,9645	0,9671
58	0,9696	0,9722	0,9747	0,9772	0,9798	0,9823
59	0,9848	0,9874	0,9899	0,9924	0,9950	0,9978
60	1,0000	1,0025	1,0050	1,0075	1,0101	1,0126
61	1,0151	1,0176	1,0201	1,0226	1,0251	1,0276
62	1,0301	1,0326	1,0351	1,0375	1,0400	1,0425
63	1,0450	1,0475	1,0500	1,0524	1,0549	1,0574
64	1,0598	1,0623	1,0648	1,0672	1,0697	1,0721
65	1,0746	1,0771	1,0795	1,0819	1,0844	1,0868
66	1,0893	1,0917	1,0942	1,0966	1,0990	1,1014
67	1,1039	1,1063	1,1087	1,1111	1,1136	1,1160
68	1,1184	1,1208	1,1232	1,1256	1,1280	1,1304
69	1,1328	1,1352	1,1376	1,1400	1,1424	1,1448
70	1,1472	1,1495	1,1519	1,1543	1,1567	1,1590
71	1,1614	1,1638	1,1661	1,1685	1,1709	1,1732
72	1,1756	1,1779	1,1803	1,1826	1,1850	1,1873
73	1,1896	1,1920	1,1943	1,1966	1,1990	1,2013
74	1,2036	1,2059	1,2083	1,2106	1,2129	1,2152

Таблица 3 (окончание)

Градусы	Минуты					
	0'	10'	20'	30'	40'	50'
75	1,2175	1,2198	1,2221	1,2244	1,2267	1,2290
76	1,2313	1,2336	1,2359	1,2382	1,2405	1,2428
77	1,2450	1,2473	1,2496	1,2518	1,2541	1,2564
78	1,2586	1,2609	1,2632	1,2654	1,2677	1,2699
79	1,2722	1,2744	1,2766	1,2789	1,2811	1,2833
80	1,2856	1,2878	1,2900	1,2922	1,2945	1,2967
81	1,2980	1,3011	1,3033	1,3055	1,3077	1,3099
82	1,3121	1,3143	1,3165	1,3187	1,3209	1,3231
83	1,3252	1,3274	1,3296	1,3318	1,3339	1,3361
84	1,3383	1,3404	1,3426	1,3447	1,3469	1,3490
85	1,3512	1,3533	1,3555	1,3576	1,3597	1,3619
86	1,3640	1,3661	1,3682	1,3704	1,3725	1,3746
87	1,3767	1,3788	1,3809	1,3830	1,3851	1,3872
88	1,3893	1,3914	1,3935	1,3956	1,3977	1,3997
89	1,4018	1,4039	1,4060	1,4080	1,4101	1,4122
90	1,4142	1,4163	1,4183	1,4204	1,4224	1,4245
91	1,4265	1,4285	1,4306	1,4326	1,4346	1,4367
92	1,4387	1,4407	1,4427	1,4447	1,4467	1,4487
93	1,4507	1,4527	1,4547	1,4567	1,4587	1,4607
94	1,4627	1,4647	1,4667	1,4686	1,4706	1,4726
95	1,4746	1,4765	1,4785	1,4804	1,4824	1,4843
96	1,4863	1,4882	1,4902	1,4921	1,4941	1,4960
97	1,4979	1,4998	1,5018	1,5037	1,5056	1,5075
98	1,5094	1,5113	1,5132	1,5151	1,5170	1,5189
99	1,5208	1,5227	1,5246	1,5265	1,5283	1,5302
100	1,5321	1,5340	1,5358	1,5377	1,5395	1,5414
101	1,5432	1,5451	1,5469	1,5488	1,5506	1,5525
102	1,5543	1,5561	1,5579	1,5598	1,5616	1,5634
103	1,5652	1,5670	1,5688	1,5706	1,5724	1,5742
104	1,5760	1,5778	1,5796	1,5814	1,5832	1,5849
105	1,5867	1,5885	1,5902	1,5920	1,5938	1,5955
106	1,5973	1,5990	1,6008	1,6025	1,6042	1,6060
107	1,6077	1,6094	1,6112	1,6129	1,6146	1,6163
108	1,6180	1,6197	1,6214	1,6231	1,6248	1,6265
109	1,6282	1,6299	1,6316	1,6333	1,6350	1,6366
110	1,6383	1,6400	1,6416	1,6433	1,6449	1,6466
111	1,6483	1,6499	1,6515	1,6532	1,6548	1,6564
112	1,6581	1,6597	1,6613	1,6629	1,6646	1,6662
113	1,6678	1,6694	1,6710	1,6726	1,6742	1,6758
114	1,6773	1,6789	1,6805	1,6821	1,6836	1,6852
115	1,6868	1,6883	1,6899	1,6915	1,6930	1,6946
116	1,6961	1,6976	1,6992	1,7007	1,7022	1,7038
117	1,7053	1,7068	1,7083	1,7098	1,7113	1,7128
118	1,7143	1,7158	1,7173	1,7188	1,7203	1,7218
119	1,7233	1,7247	1,7262	1,7277	1,7291	1,7306
120	1,7321					

Таблица 4

Длина стрелки  $h$  (стрелы прогиба), соответствующей центральному углу  $\alpha$  в градусах, при радиусе окружности, равном единице (см. фигуру к табл. 3)

$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$	$\alpha$	$h$
1	0,0000	37	0,0517	73	0,1961	109	0,4193	145	0,6993
2	0,0002	38	0,0545	74	0,2014	110	0,4264	146	0,7076
3	0,0003	39	0,0574	75	0,2066	111	0,4336	147	0,7160
4	0,0006	40	0,0603	76	0,2120	112	0,4408	148	0,7244
5	0,0010	41	0,0633	77	0,2174	113	0,4481	149	0,7328
6	0,0014	42	0,0664	78	0,2229	114	0,4554	150	0,7412
7	0,0019	43	0,0696	79	0,2284	115	0,4627	151	0,7496
8	0,0024	44	0,0728	80	0,2340	116	0,4701	152	0,7581
9	0,0031	45	0,0761	81	0,2396	117	0,4775	153	0,7666
10	0,0038	46	0,0795	82	0,2453	118	0,4850	154	0,7750
11	0,0046	47	0,0829	83	0,2510	119	0,4925	155	0,7836
12	0,0055	48	0,0865	84	0,2569	120	0,5000	156	0,7921
13	0,0064	49	0,0900	85	0,2627	121	0,5076	157	0,8006
14	0,0075	50	0,0937	86	0,2686	122	0,5152	158	0,8092
15	0,0086	51	0,0974	87	0,2746	123	0,5228	159	0,8178
16	0,0097	52	0,1012	88	0,2807	124	0,5305	160	0,8264
17	0,0110	53	0,1051	89	0,2867	125	0,5383	161	0,8350
18	0,0123	54	0,1090	90	0,2929	126	0,5460	162	0,8436
19	0,0137	55	0,1130	91	0,2991	127	0,5538	163	0,8522
20	0,0152	56	0,1171	92	0,3053	128	0,5616	164	0,8608
21	0,0167	57	0,1212	93	0,3116	129	0,5695	165	0,8695
22	0,0184	58	0,1254	94	0,3180	130	0,5774	166	0,8781
23	0,0201	59	0,1296	95	0,3244	131	0,5853	167	0,8868
24	0,0219	60	0,1340	96	0,3309	132	0,5933	168	0,8955
25	0,0237	61	0,1384	97	0,3374	133	0,6013	169	0,9042
26	0,0256	62	0,1428	98	0,3439	134	0,6093	170	0,9128
27	0,0276	63	0,1474	99	0,3506	135	0,6173	171	0,9215
28	0,0297	64	0,1520	100	0,3572	136	0,6254	172	0,9302
29	0,0319	65	0,1566	101	0,3639	137	0,6335	173	0,9390
30	0,0341	66	0,1613	102	0,3707	138	0,6416	174	0,9477
31	0,0364	67	0,1661	103	0,3775	139	0,6498	175	0,9564
32	0,0387	68	0,1710	104	0,3843	140	0,6580	176	0,9651
33	0,0412	69	0,1759	105	0,3912	141	0,6662	177	0,9738
34	0,0437	70	0,1808	106	0,3982	142	0,6744	178	0,9825
35	0,0463	71	0,1859	107	0,4052	143	0,6827	179	0,9913
36	0,0489	72	0,1910	108	0,4122	144	0,6910	180	1,0000

Таблица 5

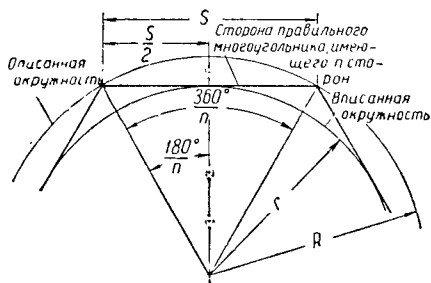
Длина дуги  $l$ , соответствующей центральному углу  $\alpha$  в градусах, при радиусе окружности, равном единице

$\alpha$	$l$	$\alpha$	$l$	$\alpha$	$l$	$\alpha$	$l$
1	0,0175	46	0,8029	91	1,5882	136	2,3736
2	0,0349	47	0,8203	92	1,6057	137	2,3911
3	0,0524	48	0,8378	93	1,6232	138	2,4086
4	0,0698	49	0,8552	94	1,6406	139	2,4260
5	0,0873	50	0,8727	95	1,6580	140	2,4435
6	0,1047	51	0,8901	96	1,6755	141	2,4609
7	0,1222	52	0,9076	97	1,6930	142	2,4784
8	0,1396	53	0,9250	98	1,7104	143	2,4958
9	0,1570	54	0,9425	99	1,7279	144	2,5133
10	0,1745	55	0,9599	100	1,7453	145	2,5307
11	0,1920	56	0,9774	101	1,7628	146	2,5482
12	0,2094	57	0,9948	102	1,7802	147	2,5656
13	0,2269	58	1,0123	103	1,7977	148	2,5831
14	0,2433	59	1,0297	104	1,8151	149	2,6005
15	0,2618	60	1,0472	105	1,8326	150	2,6180
16	0,2793	61	1,0647	106	1,8500	151	2,6354
17	0,2967	62	1,0821	107	1,8675	152	2,6529
18	0,3142	63	1,0996	108	1,8850	153	2,6704
19	0,3316	64	1,1170	109	1,9024	154	2,6878
20	0,3491	65	1,1345	110	1,9199	155	2,7053
21	0,3665	66	1,1519	111	1,9373	156	2,7227
22	0,3840	67	1,1694	112	1,9548	157	2,7402
23	0,4014	68	1,1869	113	1,9722	158	2,7576
24	0,4189	69	1,2043	114	1,9897	159	2,7751
25	0,4363	70	1,2217	115	2,0071	160	2,7925
26	0,4538	71	1,2392	116	2,0246	161	2,8100
27	0,4712	72	1,2566	117	2,0420	162	2,8274
28	0,4887	73	1,2741	118	2,0595	163	2,8449
29	0,5061	74	1,2915	119	2,0769	164	2,8623
30	0,5236	75	1,3090	120	2,0944	165	2,8798
31	0,5411	76	1,3265	121	2,1118	166	2,8972
32	0,5585	77	1,3439	122	2,1293	167	2,9147
33	0,5760	78	1,3614	123	2,1468	168	2,9322
34	0,5936	79	1,3788	124	2,1642	169	2,9496
35	0,6109	80	1,3963	125	2,1817	170	2,9671
36	0,6283	81	1,4137	126	2,1991	171	2,9845
37	0,6458	82	1,4312	127	2,2166	172	3,0020
38	0,6632	83	1,4486	128	2,2340	173	3,0194
39	0,6807	84	1,4661	129	2,2515	174	3,0369
40	0,6981	85	1,4835	130	2,2689	175	3,0543
41	0,7156	86	1,5010	131	2,2864	176	3,0718
42	0,7330	87	1,5184	132	2,3038	177	3,0892
43	0,7505	88	1,5359	133	2,3213	178	3,1067
44	0,7679	89	1,5533	134	2,3387	179	3,1241
45	0,7854	90	1,5708	135	2,3562	180	3,1416



Таблица 6

Зависимости между длиной стороны  $s$  правильного многоугольника с числом сторон  $n$  и длинами радиусов вписанной  $r$  и описанной  $R$  окружностей



$n$	$s$		$R$		$r$	
3	$1,732 R$	$3,464 r$	$0,577 s$	$2,000 r$	$0,289 s$	$0,500 R$
4	$1,414 R$	$2,000 r$	$0,707 s$	$1,414 r$	$0,500 s$	$0,707 R$
5	$1,176 R$	$1,453 r$	$0,851 s$	$1,236 r$	$0,688 s$	$0,809 R$
6	$1,000 R$	$1,155 r$	$1,000 s$	$1,155 r$	$0,866 s$	$0,866 R$
7	$0,868 R$	$0,963 r$	$1,152 s$	$1,110 r$	$1,038 s$	$0,901 R$
8	$0,765 R$	$0,828 r$	$1,307 s$	$1,082 r$	$1,207 s$	$0,924 R$
9	$0,684 R$	$0,728 r$	$1,462 s$	$1,064 r$	$1,374 s$	$0,940 R$
10	$0,618 R$	$0,650 r$	$1,618 s$	$1,052 r$	$1,539 s$	$0,951 R$
11	$0,564 R$	$0,587 r$	$1,775 s$	$1,042 r$	$1,703 s$	$0,960 R$
12	$0,518 R$	$0,536 r$	$1,932 s$	$1,035 r$	$1,866 s$	$0,966 R$
16	$0,390 R$	$0,398 r$	$2,563 s$	$1,020 r$	$2,514 s$	$0,981 R$
20	$0,313 R$	$0,317 r$	$3,196 s$	$1,013 r$	$3,157 s$	$0,988 R$
24	$0,261 R$	$0,263 r$	$3,831 s$	$1,009 r$	$3,798 s$	$0,991 R$
32	$0,196 R$	$0,197 r$	$5,101 s$	$1,005 r$	$5,077 s$	$0,995 R$
48	$0,131 R$	$0,131 r$	$7,645 s$	$1,002 r$	$7,629 s$	$0,998 R$
64	$0,098 R$	$0,098 r$	$10,190 s$	$1,001 r$	$10,178 s$	$0,999 R$

При определении  $s$ ,  $R$  и  $r$  многоугольников с числом сторон, не указанным в табл. 6, следует пользоваться формулами

$$s = 2R \sin \frac{180^\circ}{n} \quad (1) \quad \text{или} \quad s = 2r \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n}; \quad (2)$$

$$R = \frac{s}{2} : \sin \frac{180^\circ}{n} \quad (3) \quad \text{или} \quad R = r : \cos \frac{180^\circ}{n}; \quad (4)$$

$$r = \frac{s}{2} \operatorname{ctg} \frac{180^\circ}{n} \quad (5) \quad \text{или} \quad r = R \cos \frac{180^\circ}{n}. \quad (6)$$

**Пример 4.** Радиус вписанной окружности  $r = 1500$  мм, число сторон  $n = 18$ . Определить длину стороны  $s$  и радиус описанной окружности  $R$ . По формуле (2)

$$s = 2r \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n} = 2 \cdot 1500 \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{18} = 3000 \operatorname{tg} 10^\circ.$$

По табл. 14  $\operatorname{tg} 10^\circ = 0,1763$ , тогда

$$s = 3000 \cdot 0,1763 = 529 \text{ мм.}$$

По формуле (3)

$$R = \frac{s}{2} : \sin \frac{180^\circ}{n} = \frac{529}{2} : \sin \frac{180^\circ}{18} = 264,5 : \sin 10^\circ.$$

По табл. 13  $\sin 10^\circ = 0,1736$ , тогда

$$R = 264,5 : 0,1736 = 1523,6 \text{ мм.}$$

Вычисления с применением таблиц и тригонометрических формул при изготовлении моделей исключают необходимость вычерчивания громоздких эскизов (чертежей на листах) в натуральную величину.

### 3. ПЛОЩАДИ ПЛОСКИХ ФИГУР

В табл. 7 приведены формулы для вычисления площади и некоторых элементов плоских фигур. В табл. 7 приняты следующие обозначения:

$F$  — площадь;

$p$  — полупериметр (т. е. половина суммы всех сторон);

$L$  — длина окружности;

$n$  — число сторон правильного многоугольника;

$R$  — радиус описанной окружности;

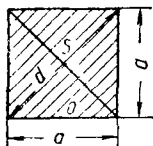
$r$  — радиус вписанной окружности;

$S$  — центр тяжести фигуры.

Остальные обозначения указаны на рисунках в таблице.

Таблица 7

Формулы для определения площади и некоторых элементов  
плоских фигур



Квадрат

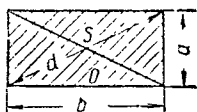
$$F=a^2; F=\frac{1}{2}d^2;$$

$$a=0,7071d=\sqrt{F}; d=1,414a;$$

$$d=1,414\sqrt{F}.$$

$S$  в точке пересечения диагоналей;

$$OS=\frac{a}{2}$$



Прямоугольник

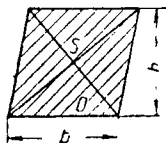
$$F=ab=a\sqrt{d^2-a^2}=b\sqrt{d^2-b^2};$$

$$d=\sqrt{a^2+b^2}; a=\sqrt{d^2-b^2}=\frac{F}{b};$$

$$b=\sqrt{d^2-a^2}=\frac{F}{a}.$$

$S$  на пересечении диагоналей;

$$OS=\frac{a}{2}$$

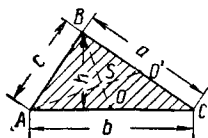


Параллелограмм

$$F=hb; h=\frac{F}{b}; b=\frac{F}{h}.$$

$S$  в точке пересечения диагоналей;

$$OS=\frac{a}{2}$$



Треугольник

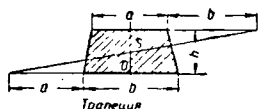
$$F=\frac{bh}{2}=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)};$$

$$p=\frac{1}{2}(a+b+c)$$

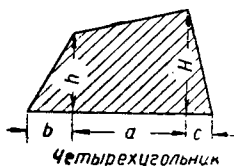
$S$  в точке пересечения медиан;

$$AO=OC; BO'=O'C$$

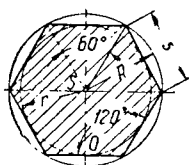
Таблица 7 (продолжение)



$$F = \frac{a+b}{2} h; \quad SO = \frac{1}{3} h \frac{2b+a}{a+b}$$



$$F = \frac{(H+h) a + bh + cH}{2}$$

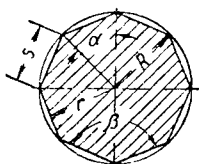


Правильный шестиугольник

$$F = 2,598s^2 = 2,598R^2 = 3,464r^2;$$

$$R = s = 1,155r; \quad r = 0,866s = 0,866R.$$

$S$  в геометрическом центре

Правильный многоугольник  
с числом сторон  $n$ 

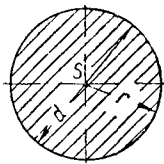
$$F = \frac{nsr}{2} = \frac{ns}{4} \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}};$$

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n}; \quad \beta = 180^\circ - \alpha;$$

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{s^2}{4}};$$

$$r = \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}; \quad s = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$$

Таблица 7 (продолжение)



Круг

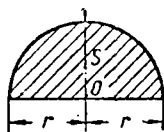
$$F = \pi r^2 = 3,1416 r^2 = 0,7854 d^2;$$

$$L = 2\pi r = 6,2832 r = 3,1416 d;$$

$$r = L : 6,2832 = \sqrt{F : 3,1416} =$$

$$= 0,564 \sqrt{F}; \quad d = 1,128 \sqrt{F}.$$

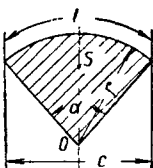
$S$  в центре круга



Полукруг

$$F = \frac{\pi r^2}{2} = 1,5708 r^2 = 0,3927 d^2;$$

$$SO = \frac{4r}{3\pi} = 0,42r$$



Сектор

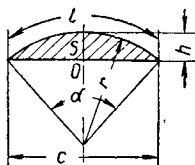
$$F = \frac{1}{2} r l = 0,008727 \alpha r^2;$$

$$l = \frac{r \alpha 3,1416}{180} = 0,10745 \alpha r = \frac{2F}{r};$$

$$\alpha = \frac{57,296 l}{r};$$

$$r = \frac{2F}{l} = \frac{57,296 l}{\alpha};$$

$$SO = \frac{2}{3} \cdot \frac{rc}{l}; \quad c = 2r \sin \frac{\alpha}{2}$$



Сегмент

$$F = \frac{1}{2} [rl - c(r - h)];$$

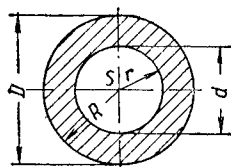
$$c = 2 \sqrt{h(2r - h)}; \quad r = \frac{c^2 + 4h^2}{8h};$$

$$l = 0,01745 r \alpha;$$

$$h = r - \frac{1}{2} \sqrt{4r^2 - c^2};$$

$$\alpha = \frac{57,296 l}{r}; \quad SO = \frac{c^2}{12F}$$

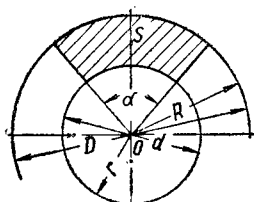
Таблица 7 (окончание)



Кольцо

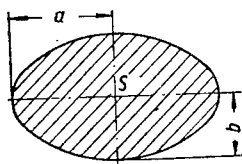
$$\begin{aligned}
 F &= \pi (R^2 - r^2) = 3,1416 (R^2 - r^2) = \\
 &= 3,1416 (R+r) (R-r) = \\
 &= 0,7854 (D^2 - d^2) = \\
 &= 0,7854 (D+d) (D-d).
 \end{aligned}$$

S в геометрическом центре



Кольцевой сектор

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{\alpha \pi}{360} (R^2 - r^2) = \\
 &= 0,00873 \alpha (R^2 - r^2) = \\
 &= \frac{\alpha \pi}{4 \cdot 360} (D^2 - d^2) = \\
 &= 0,00218 \alpha (D^2 - d^2); \\
 OS &= 38,197 \frac{(R^3 - r^3) \sin \alpha}{(R^2 - r^2) \alpha}
 \end{aligned}$$



Эллипс

$$\begin{aligned}
 F &= \pi ab = 3,1416 ab; \\
 \text{приближенное значение периметра} \\
 2p &= 3,1416 \sqrt{2(a^2 + b^2)}; \\
 \text{более точное значение периметра} \\
 2p &= 3,1416 \sqrt{2(a^2 + b^2) - \frac{(a-b)^2}{4}}.
 \end{aligned}$$

S в геометрическом центре

## 4. ОБЪЕМЫ ТЕЛ

В табл. 8 приведены формулы для вычисления объема, поверхности и центра тяжести некоторых наиболее простых тел. В таблице приняты следующие обозначения:

$V$  — объем;

$F$  — полная поверхность;

$M$  — боковая поверхность;

$S$  — центр тяжести.

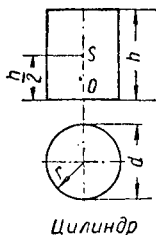
Значения объемов досок и шитов приведены в табл. 9 и 10.

Объемы досок и шитов длиной более 3,5 м (например, 4; 5; 6; 7) определяются также по таблицам, но для этого необходимо удвоить или сложить табличные значения объемов.

**Пример.** Требуется вычислить объем доски длиной 7 м, шириной 15 см, толщиной 50 мм. По табл. 10 объем доски длиной 3,5 м указанного сечения равен 0,0262 м<sup>3</sup>; тогда объем доски длиной 7 м равен 0,0262 · 2 = 0,0524 м<sup>3</sup>.

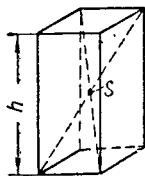
Таблица 8

Формулы для определения объема, поверхности и центра тяжести некоторых простых тел



$$M = 2\pi r h = \pi d h;$$

$$SO = \frac{h}{2}; \quad V = \pi r^2 h = \frac{\pi d^2}{4} h$$



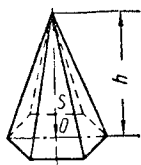
Прямоугольная призма

$$F = \text{периметр основания} \times h + \text{удвоенная площадь основания};$$

$$S \text{ в точке пересечения диагоналей};$$

$$V = \text{площадь основания} \times h$$

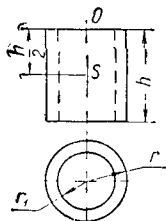
Таблица 8 (продолжение)



Пирамида правильная

$F$  = сумма площадей треугольников + площадь основания;

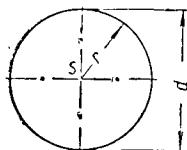
$$SO = \frac{1}{4}h; \quad V = \frac{h}{3} \times \text{площадь основания}$$



Полый цилиндр

$M$  = внутренняя + внешняя поверхности =  $2\pi h(r + r_1)$ ;

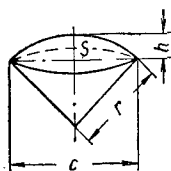
$$SO = \frac{h}{2}; \quad V = \pi h(r^2 - r_1^2)$$



Шар

$F = 4\pi r^2 = \pi d^2$ ;  $S$  в центре шара;

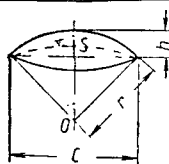
$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{\pi d^3}{6} = 4,19r^3 = 0,524d^3$$



Шаровой сектор

$$F = \frac{\pi r}{2}(4h + c); \quad SO = \frac{3}{4}\left(r - \frac{h}{2}\right);$$

$$V = \frac{2}{3}\pi r^2 h$$



Шаровой сегмент

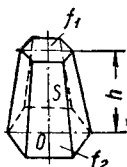
$$M = 2\pi rh = \frac{\pi}{4}(c^2 + 4h^2);$$

$$SO = \frac{3}{4} \cdot \frac{(2r - h)^2}{3r - h};$$

$$V = \pi h^2\left(r - \frac{h}{3}\right) = \pi h\left(\frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6}\right)$$



Таблица 8 (продолжение)

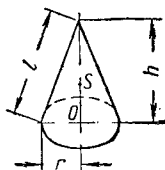


Усеченная пирамида

$F$  = сумма площадей трапеций + верхнее и нижнее основания;

$$SO = \frac{h}{4} \cdot \frac{f_2 + 2\sqrt{f_1 f_2} + 3f_1}{f_2 + \sqrt{f_1 f_2} + f_1};$$

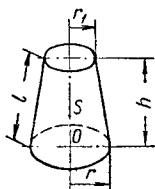
$$V = \frac{h}{3} (f_1 + f_2 + \sqrt{f_1 f_2})$$



Конус

$$M = \pi r l = \pi r \sqrt{r^2 + h^2};$$

$$SO = \frac{1}{4} h; \quad V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

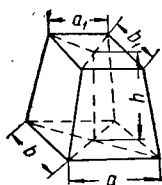


Усеченный конус

$$M = \pi l (r + r_1);$$

$$SO = \frac{h}{4} \cdot \frac{r^2 + 2rr_1 + 3r_1^2}{r^2 + rr_1 + r_1^2};$$

$$V = \frac{\pi h}{3} (r^2 + r_1^2 + rr_1)$$



Обелиск

$F$  = сумма площадей четырех трапеций + верхнее и нижнее основания;

$$V = \frac{h}{6} [(2a + a_1)b + (2a_1 + a)b_1] =$$

$$= \frac{h}{6} [(ab + a_1 b_1 + (a + a_1)(b + b_1))]$$

Таблица 8 (продолжение)

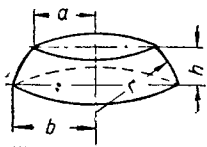
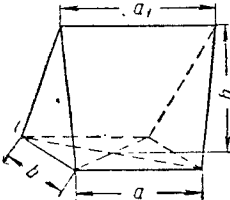
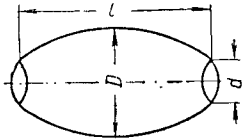
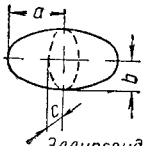
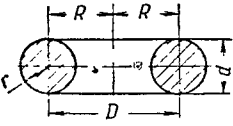
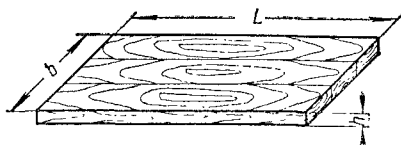
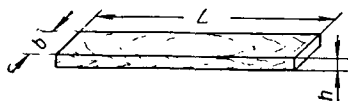
 <p>Шаровой пояс</p>	$M=2 \pi r h; V=\frac{\pi h}{6} (3a^2+3b^2+h^2)$
 <p>Клин</p>	$M=\text{сумма двух трапеций}+\text{сумма двух треугольников};$ $V=\frac{bh}{6} (2a+a_1)$
 <p>Бочка параболическая</p>	<p>Поверхность простыми формулами не может быть выражена;</p> $V=\frac{\pi l}{15} (2D^2+Dd+0,75d^2)$
 <p>Эллипсоид</p>	<p>Поверхность простыми формулами не может быть выражена;</p> $V=\frac{4}{3} \pi abc$
 <p>Тор</p>	$F=4 \pi^2 R r=39,478 R r=\pi^2 D d=$ $=9,8696 D d;$ $V=\frac{\pi^2 R d^2}{2}=4,935 R d^2=\frac{\pi^2 D d^2}{4}=$ $=2,467 D d^2=2 \pi^2 R r^2=19,739 R r^2$

Таблица 9

Объем щитов, м<sup>3</sup>

Длина $l$ , м	Толщина $h$ , мм	Ширина $b$ , см						
		30	35	40	45	50	55	60
2	30	0,0180	0,0210	0,0240	0,0270	0,0300	0,0330	0,0360
	35	0,0210	0,0245	0,0280	0,0315	0,0350	0,0385	0,0420
	40	0,0240	0,0280	0,0320	0,0360	0,0400	0,0440	0,0480
	45	0,0270	0,0315	0,0360	0,0405	0,0450	0,0495	0,0540
	50	0,0300	0,0350	0,0400	0,0450	0,0500	0,0550	0,0600
	55	0,0330	0,0385	0,0440	0,0495	0,0550	0,0605	0,0660
	60	0,0360	0,0420	0,0480	0,0540	0,0600	0,0660	0,0720
2,5	30	0,0225	0,0262	0,0300	0,0337	0,0375	0,0412	0,0450
	35	0,0264	0,0308	0,0352	0,0396	0,0440	0,0484	0,0528
	40	0,0300	0,0350	0,0400	0,0450	0,0500	0,0550	0,0600
	45	0,0336	0,0392	0,0448	0,0504	0,0560	0,0616	0,0672
	50	0,0376	0,0438	0,0500	0,0564	0,0626	0,0690	0,0750
	55	0,0411	0,0480	0,0548	0,0617	0,0685	0,0754	0,0822
	60	0,0450	0,0525	0,0600	0,0675	0,0750	0,0825	0,0900
3	30	0,0270	0,0315	0,0360	0,0405	0,0450	0,0495	0,0540
	35	0,0315	0,0368	0,0420	0,0473	0,0525	0,0578	0,0630
	40	0,0360	0,0420	0,0480	0,0540	0,0600	0,0660	0,0720
	45	0,0405	0,0472	0,0540	0,0608	0,0675	0,0742	0,0810
	50	0,0450	0,0525	0,0600	0,0675	0,0750	0,0825	0,0900
	55	0,0495	0,0577	0,0660	0,0742	0,0825	0,0907	0,0990
	60	0,0540	0,0630	0,0720	0,0810	0,0900	0,0990	0,1080
3,5	30	0,0315	0,0368	0,0420	0,0473	0,0525	0,0578	0,0630
	35	0,0366	0,0427	0,0488	0,0550	0,0610	0,0670	0,0732
	40	0,0420	0,0490	0,0560	0,0630	0,0700	0,0770	0,0840
	45	0,0474	0,0553	0,0632	0,0711	0,0790	0,0869	0,0948
	50	0,0525	0,0611	0,0700	0,0787	0,0876	0,0963	0,1050
	55	0,0579	0,0675	0,0772	0,0868	0,0965	0,1061	0,1158
	60	0,0630	0,0735	0,0840	0,0945	0,1050	0,1155	0,1250

Объем



Длина $l$ , м	Толщина $h$ , мм	Ширина							
		10	11	12	13	14	15	16	17
1	25	0,0025	0,0027	0,0030	0,0032	0,0035	0,0037	0,0040	0,0042
	30	0,0030	0,0033	0,0036	0,0039	0,0042	0,0045	0,0048	0,0051
	35	0,0035	0,0039	0,0042	0,0046	0,0049	0,0053	0,0056	0,0060
	40	0,0040	0,0044	0,0048	0,0052	0,0056	0,0060	0,0064	0,0068
	45	0,0045	0,0049	0,0054	0,0058	0,0063	0,0067	0,0072	0,0076
	50	0,0050	0,0055	0,0060	0,0065	0,0070	0,0075	0,0080	0,0085
	60	0,0060	0,0066	0,0072	0,0078	0,0084	0,0090	0,0096	0,0102
	70	0,0070	0,0077	0,0084	0,0091	0,0098	0,0105	0,0112	0,0119
2	25	0,0050	0,0055	0,0060	0,0065	0,0070	0,0075	0,0080	0,0085
	30	0,0060	0,0066	0,0072	0,0078	0,0084	0,0090	0,0096	0,0102
	35	0,0070	0,0077	0,0084	0,0091	0,0098	0,0105	0,0112	0,0119
	40	0,0080	0,0088	0,0096	0,0104	0,0112	0,0120	0,0128	0,0136
	45	0,0090	0,0099	0,0108	0,0117	0,0126	0,0135	0,0144	0,0153
	50	0,0100	0,0110	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150	0,0160	0,0170
	60	0,0120	0,0132	0,0144	0,0156	0,0168	0,0180	0,0192	0,0204
	70	0,0140	0,0154	0,0168	0,0182	0,0196	0,0210	0,0224	0,0238
2,5	25	0,0062	0,0068	0,0075	0,0081	0,0087	0,0093	0,0100	0,0106
	30	0,0075	0,0082	0,0090	0,0098	0,0105	0,0112	0,0120	0,0128
	35	0,0088	0,0096	0,0105	0,0114	0,0122	0,0131	0,0140	0,0149
	40	0,0100	0,0110	0,0120	0,0130	0,0140	0,0150	0,0160	0,0170
	45	0,0112	0,0124	0,0135	0,0146	0,0158	0,0169	0,0180	0,0191
	50	0,0126	0,0138	0,0150	0,0162	0,0175	0,0188	0,0200	0,0212
	60	0,0150	0,0165	0,0180	0,0195	0,0210	0,0225	0,0240	0,0255
	70	0,0172	0,0190	0,0208	0,0226	0,0244	0,0262	0,0280	0,0298
3	25	0,0075	0,0082	0,0090	0,0097	0,0105	0,0112	0,0120	0,0127
	30	0,0090	0,0099	0,0108	0,0117	0,0126	0,0135	0,0144	0,0153
	35	0,0105	0,0116	0,0126	0,0136	0,0147	0,0158	0,0168	0,0178
	40	0,0120	0,0132	0,0144	0,0156	0,0168	0,0180	0,0192	0,0204
	45	0,0135	0,0148	0,0162	0,0176	0,0189	0,0202	0,0216	0,0230
	50	0,0150	0,0165	0,0180	0,0195	0,0210	0,0225	0,0240	0,0255
	60	0,0180	0,0198	0,0216	0,0234	0,0252	0,0270	0,0288	0,0306
	70	0,0210	0,0231	0,0252	0,0273	0,0294	0,0315	0,0336	0,0357
3,5	25	0,0087	0,0096	0,0105	0,0114	0,0122	0,0131	0,0140	0,0148
	30	0,0105	0,0116	0,0126	0,0136	0,0147	0,0158	0,0168	0,0178
	35	0,0122	0,0135	0,0147	0,0159	0,0172	0,0184	0,0196	0,0208
	40	0,0140	0,0154	0,0168	0,0182	0,0196	0,0210	0,0224	0,0238
	45	0,0158	0,0173	0,0189	0,0205	0,0220	0,0236	0,0252	0,0268
	50	0,0174	0,0192	0,0210	0,0228	0,0245	0,0262	0,0280	0,0298
	60	0,0210	0,0231	0,0252	0,0273	0,0294	0,0315	0,0336	0,0357
	70	0,0256	0,0271	0,0295	0,0319	0,0343	0,0368	0,0392	0,0416

Таблица 10

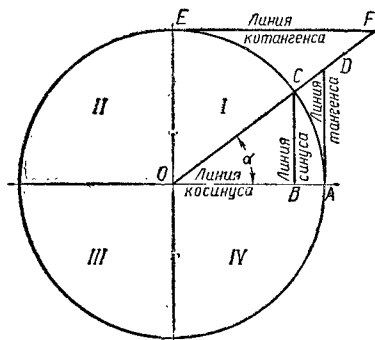
ДОС.К. М<sup>3</sup>

b, см

18	19	20	21	22	23	24	25	26
0,0045	0,0047	0,0050	0,0052	0,0055	0,0057	0,0060	0,0062	0,0065
0,0054	0,0057	0,0060	0,0063	0,0066	0,0069	0,0072	0,0075	0,0078
0,0063	0,0067	0,0070	0,0073	0,0077	0,0080	0,0084	0,0087	0,0091
0,0072	0,0076	0,0080	0,0084	0,0088	0,0092	0,0096	0,0100	0,0104
0,0081	0,0085	0,0090	0,0094	0,0099	0,0103	0,0108	0,0112	0,0117
0,0090	0,0095	0,0100	0,0105	0,0110	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130
0,0108	0,0114	0,0120	0,0126	0,0132	0,0138	0,0144	0,0150	0,0156
0,0126	0,0133	0,0140	0,0147	0,0154	0,0161	0,0168	0,0175	0,0182
0,0090	0,0095	0,0100	0,0105	0,0100	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130
0,0108	0,0114	0,0120	0,0126	0,0132	0,0138	0,0144	0,0150	0,0156
0,0126	0,0133	0,0140	0,0147	0,0154	0,0161	0,0168	0,0175	0,0182
0,0144	0,0152	0,0160	0,0168	0,0176	0,0184	0,0192	0,0200	0,0208
0,0162	0,0171	0,0180	0,0189	0,0198	0,0207	0,0216	0,0225	0,0231
0,0180	0,0190	0,0200	0,0210	0,0220	0,0230	0,0240	0,0250	0,0260
0,0216	0,0228	0,0240	0,0252	0,0264	0,0276	0,0288	0,0300	0,0312
0,0252	0,0266	0,0280	0,0294	0,0308	0,0322	0,0336	0,0350	0,0364
0,0112	0,0118	0,0125	0,0131	0,0137	0,0143	0,0150	0,0156	0,0163
0,0135	0,0142	0,0150	0,0158	0,0165	0,0172	0,0180	0,0188	0,0195
0,0158	0,0166	0,0175	0,0184	0,0192	0,0201	0,0210	0,0219	0,0228
0,0180	0,0190	0,0200	0,0210	0,0220	0,0230	0,0240	0,0250	0,0260
0,0202	0,0214	0,0225	0,0236	0,0248	0,0259	0,0270	0,0281	0,0292
0,0225	0,0238	0,0250	0,0262	0,0275	0,0288	0,0300	0,0312	0,0325
0,0270	0,0285	0,0300	0,0315	0,0330	0,0345	0,0360	0,0375	0,0390
0,0315	0,0332	0,0350	0,0368	0,0385	0,0406	0,0420	0,0438	0,0455
0,0135	0,0142	0,0150	0,0157	0,0165	0,0172	0,0180	0,0187	0,0195
0,0162	0,0171	0,0180	0,0189	0,0198	0,0207	0,0216	0,0225	0,0234
0,0189	0,0200	0,0210	0,0220	0,0231	0,0242	0,0252	0,0262	0,0273
0,0216	0,0228	0,0240	0,0252	0,0264	0,0276	0,0288	0,0300	0,0312
0,0243	0,0256	0,0270	0,0284	0,0297	0,0310	0,0324	0,0338	0,0351
0,0270	0,0285	0,0300	0,0315	0,0330	0,0345	0,0360	0,0375	0,0390
0,0324	0,0342	0,0360	0,0378	0,0396	0,0414	0,0432	0,0450	0,0468
0,0378	0,0399	0,0420	0,0441	0,0462	0,0483	0,0504	0,0525	0,0546
0,0157	0,0166	0,0175	0,0184	0,0192	0,0201	0,0210	0,0219	0,0223
0,0189	0,0200	0,0210	0,0220	0,0231	0,0242	0,0252	0,0262	0,0275
0,0220	0,0233	0,0245	0,0257	0,0270	0,0282	0,0294	0,0306	0,0318
0,0252	0,0266	0,0280	0,0294	0,0308	0,0322	0,0336	0,0350	0,0364
0,0284	0,0299	0,0315	0,0331	0,0346	0,0362	0,0378	0,0394	0,0410
0,0315	0,0332	0,0350	0,0368	0,0385	0,0402	0,0420	0,0438	0,0455
0,0378	0,0399	0,0420	0,0441	0,0462	0,0483	0,0504	0,0525	0,0546
0,0441	0,0466	0,0490	0,0514	0,0539	0,0564	0,0588	0,0612	0,0637

## 5. ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ

Тригонометрические функции угла  $\alpha$  определяются при помощи тригонометрического круга произвольного радиуса (фиг. 1). В тригонометрическом круге угол  $\alpha$  измеряется от неподвижного радиуса  $OA$  до подвижного радиуса  $OC$  против движения часовой стрелки:



$$\sin \alpha \text{ (синус угла } \alpha) = \frac{BC}{OC};$$

$$\cos \alpha \text{ (косинус угла } \alpha) = \frac{OB}{OC};$$

$$\operatorname{tg} \alpha \text{ (тангенс угла } \alpha) = \frac{AD}{OC};$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \text{ (котангенс угла } \alpha) = \frac{EF}{OC}.$$

Функциям приписывается определенный знак (плюс или минус) в зависимости от того, в какой четверти тригонометрического круга лежит подвижной радиус  $OC$  (табл. 11).

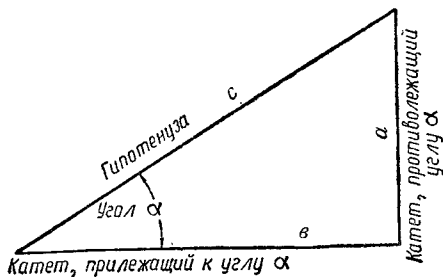
Фиг. 1. Графическое представление о тригонометрических функциях.

Таблица 11

Знаки тригонометрических функций

Чет- верть	Величина угла	$\sin$	$\cos$	$\operatorname{tg}$	$\operatorname{ctg}$
I	от $0^\circ$ до $90^\circ$	+	+	+	+
II	от $90^\circ$ до $180^\circ$	+	-	-	-
III	от $180^\circ$ до $270^\circ$	-	-	+	+
IV	от $270^\circ$ до $360^\circ$	-	+	-	-

Тригонометрические функции острых углов можно определить также из прямоугольного треугольника (фиг. 2):



Фиг. 2. Треугольник для расчета тригонометрических функций.

Таблица 13

### Значения синусов и косинусов острых углов

Градусы	Минуты										Градусы	Поправка			
												1'	2'	3'	
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54					60
0	0,0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	0,0000	90	3		
1	0,0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	0,0175	89	3	6	9
2	0,0349	0366	0384	0401	0419	0436	0454	0471	0488	0506	0,0349	88	3	6	9
3	0,0523	0541	0558	0576	0593	0610	0628	0645	0663	0680	0,0523	87	3	6	9
4	0,0698	0715	0732	0750	0767	0785	0802	0819	0837	0854	0,0698	86	3	6	9
5	0,0872	0889	0906	0924	0941	0958	0976	0993	1011	1028	0,0872	85	3	6	9
6	0,1045	1063	1080	1097	1115	1132	1149	1167	1184	1201	0,1045	84	3	6	9
7	0,1219	1236	1253	1271	1288	1305	1323	1340	1357	1374	0,1219	83	3	6	9
8	0,1392	1409	1426	1444	1461	1478	1495	1513	1530	1547	0,1392	82	3	6	9
9	0,1564	1582	1599	1616	1633	1650	1668	1685	1702	1719	0,1564	81	3	6	9
10	0,1736	1754	1771	1788	1805	1822	1840	1857	1874	1891	0,1736	80	3	6	9
11	0,1908	1925	1942	1959	1977	1994	2011	2028	2045	2062	0,1908	79	3	6	9
12	0,2079	2096	2113	2130	2147	2164	2181	2198	2215	2233	0,2079	78	3	6	9
13	0,2250	2267	2284	2301	2317	2334	2351	2368	2385	2402	0,2250	77	3	6	9
14	0,2419	2436	2453	2470	2487	2504	2521	2538	2554	2571	0,2419	76	3	6	8
15	0,2588	2605	2622	2639	2656	2672	2689	2706	2723	2740	0,2588	75	3	6	8
16	0,2756	2773	2790	2807	2823	2840	2857	2874	2890	2907	0,2756	74	3	6	8
17	0,2924	2940	2957	2974	2990	3007	3024	3040	3057	3074	0,2924	73	3	6	8
18	0,3090	3107	3123	3140	3156	3173	3190	3206	3223	3239	0,3090	72	3	6	8
19	0,3256	3272	3289	3305	3322	3338	3355	3371	3387	3404	0,3256	71	3	6	8
20	0,3420	3437	3453	3469	3486	3502	3518	3535	3551	3567	0,3420	70	3	5	8
21	0,3584	3600	3616	3633	3649	3665	3681	3697	3714	3730	0,3584	69	3	5	8
	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0		1'	2'	3'

**Қосынусы (cos)**

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} \text{ (отношение противолежащего катета к гипотенузе);} \quad (7)$$

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} \text{ (отношение прилежащего катета к гипотенузе);} \quad (8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} \text{ (отношение противолежащего катета к прилежащему);} \quad (9)$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{b}{a} \text{ (отношение прилежащего катета к противолежащему).} \quad (10)$$

Значения тригонометрических функций некоторых углов приведены в табл. 12.

Таблица 12

Тригонометрические функции некоторых углов

	0° и 360°	90°	180°	270°	30°	45°	60°
sin	0	+1	0	-1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$
cos	+1	0	-1	0	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}$
tg	0	$\pm\infty$	0	$\pm\infty$	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	1	$\sqrt{3}$
ctg	$\pm\infty$	0	$\pm\infty$	0	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$

Знак  $\infty$  — бесконечность

### Определение значений синусов

Значение синуса острого угла, содержащего целое число градусов и число минут, кратное 6 (6—12—18—24 и т. д. до 60), дается в табл. 13, на пересечении строки, имеющей в заголовке (слева) соответствующее число градусов, и столбца, имеющего в заголовке (сверху) соответствующее число минут. Так,  $\sin 50^\circ 30' = 0,7716$  (перед каждым числом в табл. 13 должен стоять 0 целых — для экономии места он не пишется).

Для получения значений синусов прочих углов нужно вводить поправку на разность между данным углом и ближайшим табличным. Эти поправки берутся из столбца поправок справа. Поправки представляют десятичные доли единицы. Поправка *прибавляется* к ближайшему меньшему значению синуса, если данный угол *больше* ближайшего табличного на 1, 2, 3 минуты, и *отнимается* от ближайшего большего табличного значения синуса, если данный угол *меньше* ближайшего табличного на 1, 2, 3 минуты.

Например. требуется найти значение  $\sin 70^\circ 32'$ . По таблице ближайшим является меньший угол  $70^\circ 30'$ , он меньше заданного на 2 минуты. Двум минутам соответствует поправка 0,0002 (предпоследний столбец). Следовательно,

$$\sin 70^\circ 32' = \sin 70^\circ 30' + \text{поправка на } 2' = 0,9426 + 0,0002 = 0,9428.$$



Таблица 13 (продолжение)

Минуты												Поправка		
Градусы		Градусы										Градусы		
0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	1'	2'	3'	
22	3746	3762	3778	3795	3811	3827	3843	3859	3875	3891	67	3	8	
23	3907	3923	3939	3955	3971	3987	4003	4019	4035	4051	66	3	8	
24	4067	4083	4099	4115	4131	4147	4163	4179	4195	4210	65	3	8	
25	0,4226	4242	4258	4274	4289	4305	4321	4337	4352	4368	64	3	8	
26	4384	4399	4415	4431	4446	4462	4478	4493	4509	4524	63	3	8	
27	4540	4555	4571	4586	4602	4617	4633	4648	4664	4679	62	3	8	
28	4695	4710	4726	4741	4756	4772	4787	4802	4818	4833	61	3	8	
29	4848	4863	4879	4894	4909	4924	4939	4955	4970	4985	60	3	8	
30	0,5000	5015	5030	5045	5060	5075	5090	5105	5120	5135	59	3	8	
31	5150	5165	5180	5195	5210	5225	5240	5255	5270	5284	58	3	7	
32	5299	5314	5329	5344	5358	5373	5388	5402	5417	5432	57	2	7	
33	5446	5461	5476	5490	5505	5519	5534	5548	5563	5577	56	2	7	
34	5592	5606	5621	5635	5650	5664	5678	5693	5707	5721	55	2	7	
35	0,5736	5750	5764	5779	5793	5807	5821	5835	5850	5864	54	2	7	
36	5878	5892	5906	5920	5934	5948	5962	5976	5990	6004	53	2	7	
37	6018	6032	6046	6060	6074	6088	6101	6115	6129	6143	52	2	7	
38	6157	6170	6184	6198	6211	6225	6239	6252	6266	6280	51	2	7	
39	6293	6307	6320	6334	6347	6361	6374	6388	6401	6414	50	2	7	
40	0,6428	6441	6455	6468	6481	6494	6508	6521	6534	6547	49	2	7	
41	6561	6574	6587	6600	6613	6626	6639	6652	6665	6678	48	2	7	
42	6691	6704	6717	6730	6743	6756	6769	6782	6794	6807	47	2	6	
43	6820	6833	6845	6858	6871	6884	6896	6909	6921	6934	46	2	6	
44	6947	6959	6972	6984	6997	7009	7022	7034	7046	7059	45	2	6	
45	0,7071	7083	7096	7108	7120	7133	7145	7157	7169	7181	44	2	6	
												1'	2'	3'

Косинусы (cos)

Таблица 13 (продолжение)

Градусы	Минуты										Градусы	Поправка		
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54		60	1'	2'
46	7193	7206	7218	7230	7242	7254	7266	7278	7290	7302	7314	43	2	6
47	7314	7325	7337	7349	7361	7373	7385	7396	7408	7420	7431	42	2	6
48	7431	7443	7455	7466	7478	7490	7501	7513	7524	7536	7547	41	2	6
49	7547	7559	7570	7581	7593	7604	7615	7627	7638	7649	7660	40	2	6
50	0,7660	7672	7683	7694	7705	7716	7727	7738	7749	7760	7771	39	2	6
51	7771	7782	7793	7804	7815	7826	7837	7848	7859	7869	7880	38	2	5
52	7880	7891	7902	7912	7923	7934	7944	7955	7965	7976	7986	37	2	5
53	7986	7997	8007	8018	8028	8039	8049	8059	8070	8080	8090	36	2	5
54	8090	8100	8111	8121	8131	8141	8151	8161	8171	8181	8192	35	2	5
55	0,8192	8202	8211	8221	8231	8241	8251	8261	8271	8281	8290	34	2	5
56	8290	8300	8310	8320	8329	8339	8348	8358	8368	8377	8387	33	2	5
57	8387	8396	8406	8415	8425	8434	8443	8453	8462	8471	8480	32	2	5
58	8480	8490	8499	8508	8517	8526	8536	8545	8554	8563	8572	31	2	5
59	8572	8581	8590	8599	8607	8616	8625	8634	8643	8652	8660	30	1	4
60	0,8660	8669	8678	8686	8695	8704	8712	8721	8729	8738	8746	29	1	4
61	8746	8755	8763	8771	8780	8788	8796	8805	8813	8821	8829	28	1	4
62	8829	8838	8846	8854	8862	8870	8878	8886	8894	8902	8910	27	1	4
63	8910	8918	8926	8934	8942	8949	8957	8965	8973	8980	8988	26	1	4
64	8988	8996	9003	9011	9018	9026	9033	9041	9048	9056	9063	25	1	4
65	0,9063	9070	9078	9085	9092	9100	9107	9114	9121	9128	9135	24	1	4
66	9135	9143	9150	9157	9164	9171	9178	9184	9191	9198	9205	23	1	3
67	9205	9212	9219	9225	9232	9239	9245	9252	9259	9265	9272	22	1	3
68	9272	9278	9285	9291	9298	9304	9311	9317	9323	9330	9336	21	1	3
69	9336	9342	9348	9354	9361	9367	9373	9379	9385	9391	9397	20	1	3
	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0	1'	2'	3'

Косинусы (cos)

Таблица 13 (окончание)

Градусы	Минуты								Градусы	Подъёмка				
	0	6	12	18	24	30	36	42		48	54	60	1'	2'
70	0,9337	9403	9409	9415	9421	9426	9432	9438	9444	9449	0,9455	19		
71	9455	9461	9466	9472	9478	9483	9489	9494	9500	9505	9511	18	2	3
72	9511	9516	9521	9527	9532	9537	9542	9548	9553	9558	9563	17	2	3
73	9563	9568	9573	9578	9583	9588	9593	9598	9603	9608	9613	16	1	2
74	9613	9617	9622	9627	9632	9636	9641	9646	9650	9655	9659	15	2	2
75	0,9659	9664	9668	9673	9677	9681	9686	9690	9694	9699	9703	14	1	2
76	9703	9707	9711	9715	9720	9724	9728	9732	9736	9740	9744	13	1	2
77	9744	9748	9751	9755	9759	9763	9767	9770	9774	9778	9781	12	1	2
78	9781	9785	9789	9792	9796	9799	9803	9806	9810	9813	9816	11	1	2
79	9816	9820	9823	9826	9829	9833	9836	9839	9842	9845	0,9848	10	1	2
80	9848	9851	9854	9857	9860	9863	9866	9869	9871	9874	9877	9	1	1
81	9877	9880	9882	9885	9888	9890	9893	9895	9898	9900	9903	8	1	1
82	9903	9905	9907	9910	9912	9914	9917	9919	9921	9923	9925	7	0	1
83	9925	9928	9930	9932	9934	9936	9938	9940	9942	9943	9945	6	0	1
84	9945	9947	9949	9951	9952	9954	9956	9957	9959	9960	0,9962	5	0	1
85	0,9962	9963	9965	9966	9968	9969	9971	9972	9973	9974	9976	4	0	1
86	9969	9970	9972	9973	9974	9976	9977	9978	9979	9980	9981	3	0	0
87	9981	9982	9983	9984	9985	9986	9987	9988	9989	9990	9991	2	0	0
88	9991	9992	9993	9994	9995	9996	9997	9997	9998	9998	0,9998	1	0	0
89	9998	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1,0000	0	0	0
90	1,0000													
Градусы	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0	1'	2'	3'

Косинусы (cos)

### Определение значений косинусов

Та же табл. 13 служит и для определения значений косинусов, причем надо пользоваться нумерацией градусов *справа*, нумерацией минут *снизу*. Следует также помнить, что когда заданный угол *больше* ближайшего табличного, поправка к значению косинуса *отнимается*, а когда *меньше* — *прибавляется*. Например,

$$\cos 70^{\circ}32' = \cos 70^{\circ}30' - \text{поправка на } 2' = 0,3338 - 0,0005 = 0,3333.$$

Определение значения косинуса можно заменить определением значения синуса дополнительного угла, т. е. угла, равного  $90^{\circ}$  минус данный угол. Например,

$$\cos 70^{\circ}32' = \sin (90^{\circ} - 70^{\circ}32') = \sin 19^{\circ}28' = \sin 19^{\circ}30' - \text{поправка на } 2' = \sin 19^{\circ}30' - \text{поправка на } 2' = 0,3338 - 0,0005 = 0,3333.$$

### Определение значений тангенсов

Определение значений тангенса углов, меньших  $76^{\circ}$ , производится по табл. 14 точно так же, как производится определение значений синусов по табл. 13. Следует обратить внимание на то, что, начиная с угла  $76^{\circ}$  и выше, определение значения тангенса производится еще проще: непосредственно по таблице, без применения поправок. Например,  $\text{tg } 79^{\circ}26' = 5,361$ .

### Определение значений котангенсов

Определение значений котангенсов производится также по табл. 14, но только, как и в случае косинусов, следует помнить, что градусы нужно брать *по правому* столбцу, а минуты — *снизу*. Например,  $\text{ctg } 79^{\circ}26' = \text{ctg } 79^{\circ}24' - \text{поправка на } 2' = 0,1871 - 0,0006 = 0,1865$ .

Правило прибавления или вычитания поправок такое же, как и при определении косинусов.

Определение значений котангенсов может быть заменено, как и в случае косинусов, определением значений тангенсов дополнительного угла. Например,  $\text{ctg } 79^{\circ}26' = \text{tg } (90^{\circ} - 79^{\circ}26') = \text{tg } 10^{\circ}34' = \text{tg } 10^{\circ}33' - \text{поправка на } 1' = 0,1871 - 0,0006 = 0,1865$ .

Зная длину сторон прямоугольного треугольника и вычислив их отношение, можно определить по табл. 13 и 14 величину угла или, наоборот, зная величину угла и одну из сторон, можно определить по этим же таблицам другие стороны треугольника.

**Пример 1.** Дано: катет  $b = 120$  мм и угол  $\alpha = 35^{\circ}$ . Определить катет  $a$  и гипотенузу  $c$ .

Из формул (9) и (7) путем простых преобразований получим формулы

$$\boxed{a = b \operatorname{tg} \alpha} \quad (11) \quad \boxed{c = \frac{a}{\sin \alpha}} \quad (12)$$

$$a = b \operatorname{tg} \alpha = 120 \operatorname{tg} 35^{\circ}; \text{ по табл. 14 } \operatorname{tg} 35^{\circ} = 0,7002;$$

$$a = 120 \cdot 0,7002 = 84 \text{ мм.}$$

$$c = \frac{a}{\sin \alpha} = \frac{84}{\sin 35^{\circ}}; \text{ по табл. 13 } \sin 35^{\circ} = 0,5736;$$

$$c = \frac{84}{0,5736} = 147 \text{ мм.}$$

Таблица 14

## Значения тангенсов и котангенсов острых углов

Тангенсы (tg)		Минуты										Градусы	Поправка		
Градусы	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60		1'	2'	3'
0	0,0000	0017	0035	0052	0070	0087	0105	0122	0140	0157	0,0000	90	3	6	9
1	0,0175	0192	0209	0227	0244	0262	0279	0297	0314	0332	0175	89	3	6	9
2	0,0349	0367	0384	0402	0419	0437	0454	0472	0489	0507	0349	88	3	6	9
3	0,0524	0542	0559	0577	0594	0612	0629	0647	0664	0682	0524	87	3	6	9
4	0,0699	0717	0734	0752	0769	0787	0805	0822	0840	0857	0699	86	3	6	9
5	0,0875	0892	0910	0928	0945	0963	0981	0998	1016	1033	0875	85	3	6	9
6	0,1051	1069	1086	1104	1122	1139	1157	1175	1192	1210	1051	84	3	6	9
7	1,1228	1246	1263	1281	1299	1317	1334	1352	1370	1388	1228	83	3	6	9
8	1,1405	1423	1441	1459	1477	1495	1512	1530	1548	1566	1405	82	3	6	9
9	1,1584	1602	1620	1638	1655	1673	1691	1709	1727	1745	1584	81	3	6	9
10	0,1763	1781	1799	1817	1835	1853	1871	1890	1908	1926	1763	80	3	6	9
11	1,1944	1962	1980	1998	2016	2035	2053	2071	2089	2107	1944	79	3	6	9
12	2,126	2144	2162	2180	2199	2217	2235	2254	2272	2290	2126	78	3	6	9
13	2,2309	2327	2345	2364	2382	2401	2419	2438	2456	2475	2309	77	3	6	9
14	2,2493	2512	2530	2549	2568	2586	2605	2623	2642	2661	2493	76	3	6	9
15	0,2679	2698	2717	2736	2754	2773	2792	2811	2830	2849	0,2679	75	3	6	9
16	2,867	2886	2905	2924	2943	2962	2981	3000	3019	3038	2867	74	3	6	9
17	3,3037	3076	3096	3115	3134	3153	3172	3191	3211	3230	3057	73	3	6	9
18	3,3249	3269	3288	3307	3327	3346	3365	3385	3404	3424	3249	72	3	6	10
19	3,3443	3463	3482	3502	3522	3541	3561	3581	3600	3620	3443	71	3	6	10
20	0,3640	3659	3679	3699	3719	3739	3759	3779	3799	3819	0,3640	70	3	7	10
21	3,8859	3859	3879	3899	3919	3939	3959	3979	4000	4020	3859	69	3	7	10
22	4,0340	4061	4081	4101	4122	4142	4163	4183	4204	4224	4040	68	3	7	10
23	4,2455	4265	4286	4307	4327	4348	4369	4390	4411	4431	4255	67	3	7	10
24	4,4432	4473	4494	4515	4536	4557	4578	4599	4621	4642	4452	66	3	7	11
25	0,4663	4684	4706	4727	4748	4770	4791	4813	4834	4856	0,4663	65	4	7	11
												64	4	7	11
	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0		1'	2'	3'

Котангенсы (ctg)

Таблица 14 (продолжение)

Градусы	Гангеисы (tg)										Градусы	Поправка		
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	1'	2'	3'
26	4877	4899	4921	4942	4964	4986	5008	5029	5051	5073	5095	4	7	11
27	5095	5117	5139	5161	5184	5206	5228	5250	5272	5295	5317	4	7	11
28	5317	5340	5362	5384	5407	5430	5452	5475	5498	5520	5543	4	8	11
29	5543	5566	5589	5612	5635	5658	5681	5704	5727	5750	0,5774	4	8	12
30	0,5774	5797	5820	5844	5867	5890	5914	5938	5961	5985	6009	4	8	12
31	6009	6032	6056	6080	6104	6128	6152	6176	6200	6224	6249	4	8	12
32	6249	6273	6297	6322	6346	6371	6395	6420	6445	6469	6494	4	8	12
33	6494	6519	6544	6569	6594	6619	6644	6669	6694	6720	6745	4	8	13
34	6745	6771	6796	6822	6847	6873	6899	6924	6950	6976	0,7002	4	9	13
35	0,7002	7028	7054	7080	7107	7133	7159	7186	7212	7239	7265	4	9	13
36	7265	7292	7319	7346	7373	7400	7427	7454	7481	7508	7536	5	9	14
37	7536	7563	7590	7618	7646	7673	7701	7729	7757	7785	7813	5	9	14
38	7813	7841	7869	7898	7926	7954	7983	8012	8040	8069	8098	5	9	14
39	8098	8127	8156	8185	8214	8243	8273	8302	8332	8361	0,8391	5	10	15
40	0,8391	8421	8451	8481	8511	8541	8571	8601	8632	8662	8693	5	10	15
41	8693	8724	8754	8785	8816	8847	8878	8910	8941	8972	9004	5	10	16
42	9004	9036	9067	9099	9131	9163	9195	9228	9260	9293	9325	6	11	16
43	9325	9358	9391	9424	9457	9490	9523	9556	9590	9623	9657	6	11	17
44	9657	9691	9725	9759	9793	9827	9861	9896	9930	9965	1,0000	6	11	17
45	1,0000	0035	0070	0105	0141	0176	0212	0247	0283	0319	0355	6	12	18
46	0355	0392	0428	0464	0501	0538	0575	0612	0649	0686	0724	6	12	18
47	0724	0761	0799	0837	0875	0913	0951	0990	1028	1067	1106	6	13	19
48	1106	1145	1184	1224	1263	1303	1343	1383	1423	1463	1504	7	13	20
49	1504	1544	1585	1626	1667	1708	1750	1792	1833	1875	1,1918	7	14	21
50	1,1918	1960	2002	2045	2088	2131	2174	2218	2261	2305	2349	7	14	22
51	2349	2393	2437	2482	2527	2572	2617	2662	2708	2753	2799	8	15	23
52	2799	2846	2892	2938	2985	3032	3079	3127	3175	3232	3270	8	16	24
	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0	1'	2'	3'

Котангенсы (ctg)

Таблица 14 (продолжение)

Градусы	Минуты										Градусы	Поправка		
												1'	2'	3'
	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54				
53	3270	3319	3367	3416	3465	3514	3564	3613	3663	3713	3764	36	8	25
54	3764	3814	3865	3916	3968	4019	4071	4124	4176	4229	4281	35	9	26
55	1,4281	4335	4388	4442	4496	4550	4605	4659	4715	4770	4826	34	9	27
56	4826	4882	4938	4994	5051	5108	5166	5224	5282	5340	5399	33	10	29
57	5399	5458	5517	5577	5637	5697	5757	5818	5880	5941	6003	32	10	30
58	6003	6066	6128	6191	6255	6319	6383	6447	6512	6577	6643	31	11	32
59	6643	6709	6775	6842	6909	6977	7045	7113	7182	7251	7321	30	11	33
60	1,732	1,739	1,746	1,753	1,760	1,767	1,775	1,782	1,789	1,797	1,804	29	1	34
61	1,804	1,811	1,819	1,827	1,834	1,842	1,849	1,857	1,865	1,873	1,881	28	1	4
62	1,881	1,889	1,897	1,905	1,913	1,921	1,929	1,937	1,946	1,954	1,963	27	1	4
63	1,963	1,971	1,980	1,988	1,997	2,006	2,014	2,023	2,032	2,041	2,050	26	1	4
64	2,050	2,059	2,069	2,078	2,087	2,097	2,106	2,116	2,125	2,135	2,145	25	2	5
65	2,145	2,154	2,164	2,174	2,184	2,194	2,204	2,215	2,225	2,236	2,246	24	2	5
66	2,246	2,257	2,267	2,278	2,289	2,300	2,311	2,322	2,333	2,344	2,356	23	2	5
67	2,356	2,367	2,379	2,391	2,402	2,414	2,426	2,438	2,450	2,463	2,475	22	2	6
68	2,475	2,488	2,500	2,513	2,526	2,539	2,552	2,565	2,578	2,592	2,605	21	2	6
69	2,605	2,619	2,633	2,646	2,660	2,675	2,689	2,703	2,718	2,733	2,747	20	2	7
70	2,747	2,762	2,778	2,793	2,808	2,824	2,840	2,856	2,872	2,888	2,904	19	3	8
71	2,904	2,921	2,937	2,954	2,971	2,989	3,006	3,024	3,042	3,060	3,078	18	3	9
72	3,078	3,096	3,115	3,133	3,152	3,172	3,191	3,211	3,230	3,251	3,271	17	3	10
73	3,271	3,291	3,312	3,333	3,354	3,376	—	—	—	—	—	—	4	11
74	3,487	3,511	3,534	3,558	3,582	3,606	3,630	3,655	3,681	3,706	3,732	16	4	12
75	3,732	3,758	3,785	3,812	3,839	3,867	—	—	—	—	—	15	4	13
—	—	—	—	—	—	—	3,895	3,923	3,952	3,981	4,011	14	5	14
60	54	48	42	36	30	24	18	12	6	0	—	1'	2'	3'

Котангенсы (ctg)

Таблица 14 (продолжение)

Гра- дусы	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	Гра- дусы
76°00'	4,011	4,016	4,021	4,026	4,031	4,036	4,041	4,046	4,051	4,056	4,061	50'
10'	4,061	4,066	4,071	4,076	4,082	4,087	4,092	4,097	4,102	4,107	4,113	40'
20'	4,113	4,118	4,123	4,128	4,134	4,139	4,144	4,149	4,155	4,160	4,165	30'
30'	4,165	4,171	4,176	4,181	4,187	4,192	4,198	4,203	4,208	4,214	4,219	20'
40'	4,219	4,225	4,230	4,236	4,241	4,247	4,252	4,258	4,264	4,269	4,275	10'
50'	4,275	4,280	4,286	4,292	4,297	4,303	4,309	4,314	4,320	4,326	4,331	13°00'
77°00'	4,331	4,337	4,343	4,349	4,355	4,360	4,366	4,372	4,378	4,384	4,390	50'
10'	4,390	4,396	4,402	4,407	4,413	4,419	4,425	4,431	4,437	4,443	4,449	40'
20'	4,449	4,455	4,462	4,468	4,474	4,480	4,486	4,492	4,498	4,505	4,511	30'
30'	4,511	4,517	4,523	4,529	4,536	4,542	4,548	4,555	4,561	4,567	4,574	20'
40'	4,574	4,580	4,586	4,593	4,599	4,606	4,612	4,619	4,625	4,632	4,638	10'
50'	4,638	4,645	4,651	4,658	4,665	4,671	4,678	4,685	4,691	4,698	4,705	12°00'
78°00'	4,705	4,711	4,718	4,725	4,732	4,739	4,745	4,752	4,759	4,766	4,773	50'
10'	4,773	4,780	4,787	4,794	4,801	4,808	4,815	4,822	4,829	4,836	4,843	40'
20'	4,843	4,850	4,857	4,864	4,872	4,879	4,886	4,893	4,901	4,908	4,915	30'
30'	4,915	4,922	4,930	4,937	4,945	4,952	4,959	4,967	4,974	4,982	4,989	20'
40'	4,989	4,997	5,005	5,012	5,020	5,027	5,035	5,043	5,050	5,058	5,066	10'
50'	5,066	5,074	5,081	5,089	5,097	5,105	5,113	5,121	5,129	5,137	5,145	11°00'
79°00'	5,145	5,153	5,161	5,169	5,177	5,185	5,193	5,201	5,209	5,217	5,226	50'
10'	5,226	5,234	5,242	5,250	5,259	5,267	5,276	5,284	5,292	5,301	5,309	40'
20'	5,309	5,318	5,326	5,335	5,343	5,352	5,361	5,369	5,378	5,387	5,396	30'
30'	5,396	5,404	5,413	5,422	5,431	5,440	5,449	5,458	5,466	5,475	5,485	20'
40'	5,485	5,494	5,503	5,512	5,521	5,530	5,539	5,549	5,558	5,567	5,576	10'
50'	5,576	5,586	5,595	5,605	5,614	5,623	5,633	5,642	5,652	5,662	5,671	10°00'
80°00'	5,671	5,681	5,691	5,700	5,710	5,720	5,730	5,740	5,749	5,759	5,769	50'
10'	5,769	5,779	5,789	5,799	5,810	5,820	5,830	5,840	5,850	5,861	5,871	40'
20'	5,871	5,881	5,892	5,902	5,912	5,923	5,933	5,944	5,954	5,965	5,976	30'
30'	5,976	5,986	5,997	6,008	6,019	6,030	6,041	6,051	6,062	6,073	6,084	20'
												Гра- дусы



Таблица 14 (продолжение)

Тангенсы (tg)									
Гра- дусы	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'
40'	6,084	6,096	6,107	6,118	6,129	6,140	6,152	6,163	6,174
50'	6,197	6,209	6,220	6,232	6,243	6,255	6,267	6,278	6,290
81°00'	6,314	6,326	6,338	6,350	6,362	6,374	6,386	6,398	6,410
10'	6,435	6,447	6,460	6,472	6,485	6,497	6,510	6,522	6,535
20'	6,561	6,573	6,586	6,599	6,612	6,625	6,638	6,651	6,665
30'	6,691	6,704	6,718	6,731	6,745	6,758	6,772	6,786	6,799
40'	6,827	6,841	6,855	6,869	6,883	6,897	6,911	6,925	6,940
50'	6,968	6,983	6,997	7,012	7,026	7,041	7,056	7,071	7,085
82°00'	7,115	7,130	7,146	7,161	7,176	7,191	7,207	7,222	7,238
10'	7,269	7,284	7,300	7,316	7,332	7,348	7,364	7,380	7,396
20'	7,429	7,445	7,462	7,478	7,495	7,511	7,528	7,545	7,562
30'	7,596	7,613	7,630	7,647	7,665	7,682	7,700	7,717	7,735
40'	7,770	7,788	7,806	7,824	7,842	7,861	7,879	7,897	7,916
50'	7,953	7,972	7,991	8,009	8,028	8,048	8,067	8,086	8,105
83°00'	8,144	8,164	8,184	8,204	8,223	8,243	8,261	8,284	8,304
10'	8,345	8,366	8,386	8,407	8,428	8,449	8,470	8,491	8,513
20'	8,556	8,577	8,599	8,621	8,643	8,665	8,687	8,709	8,732
30'	8,777	8,800	8,823	8,846	8,869	8,892	8,915	8,939	8,962
40'	9,010	9,034	9,058	9,082	9,106	9,131	9,156	9,180	9,205
50'	9,255	9,281	9,306	9,332	9,357	9,383	9,409	9,435	9,461
84°00'	9,514	9,541	9,568	9,595	9,622	9,649	9,677	9,704	9,732
10'	9,788	9,816	9,845	9,873	9,902	9,931	9,960	9,989	10,02
20'	10,08	10,11	10,14	10,17	10,20	10,23	10,26	10,29	10,32
30'	10,39	10,42	10,45	10,48	10,51	10,55	10,58	10,61	10,64
40'	10,71	10,75	10,78	10,81	10,85	10,88	10,92	10,95	10,99
50'	11,06	11,10	11,13	11,17	11,20	11,24	11,28	11,32	11,35
85°00'	11,43	11,47	11,51	11,55	11,59	11,62	11,66	11,70	11,74
10'	11,83	11,87	11,91	11,95	11,99	12,03	12,08	12,12	12,16
Котангенсы (ctg)									
Гра- дусы	10'	9'	8'	7'	6'	5'	4'	3'	2'
10'	6,197	6,186	6,174	6,163	6,152	6,140	6,129	6,118	6,107
20'	6,314	6,302	6,290	6,278	6,267	6,255	6,243	6,232	6,220
30'	6,435	6,423	6,410	6,398	6,386	6,374	6,362	6,350	6,338
40'	6,561	6,548	6,535	6,522	6,510	6,497	6,485	6,472	6,460
50'	6,691	6,678	6,665	6,651	6,638	6,625	6,612	6,599	6,586
60'	6,827	6,813	6,799	6,786	6,772	6,758	6,745	6,731	6,718
70'	6,968	6,954	6,940	6,925	6,911	6,897	6,883	6,869	6,855
80'	7,115	7,100	7,085	7,071	7,056	7,041	7,026	7,012	6,997
90'	7,269	7,253	7,238	7,222	7,207	7,191	7,176	7,161	7,146
100'	7,429	7,412	7,396	7,380	7,364	7,348	7,332	7,316	7,300
110'	7,596	7,579	7,562	7,545	7,528	7,511	7,495	7,478	7,462
120'	7,770	7,753	7,735	7,717	7,700	7,682	7,665	7,647	7,630
130'	7,953	7,934	7,916	7,897	7,879	7,861	7,842	7,824	7,806
140'	8,144	8,125	8,105	8,086	8,067	8,048	8,028	8,009	7,991
150'	8,345	8,324	8,304	8,284	8,261	8,243	8,223	8,204	8,184
160'	8,556	8,534	8,513	8,491	8,470	8,449	8,428	8,407	8,386
170'	8,777	8,754	8,732	8,709	8,687	8,665	8,643	8,621	8,599
180'	9,010	8,986	8,962	8,939	8,915	8,892	8,869	8,846	8,823
190'	9,255	9,231	9,205	9,180	9,156	9,131	9,106	9,082	9,058
200'	9,514	9,488	9,461	9,435	9,409	9,383	9,357	9,332	9,306
210'	9,788	9,760	9,732	9,704	9,677	9,649	9,622	9,595	9,568
220'	10,08	10,05	10,02	9,989	9,960	9,931	9,902	9,873	9,845
230'	10,39	10,35	10,32	10,29	10,26	10,23	10,20	10,17	10,14
240'	10,71	10,68	10,64	10,61	10,58	10,55	10,51	10,48	10,45
250'	11,06	11,02	10,99	10,95	10,92	10,88	10,85	10,81	10,78
260'	11,43	11,39	11,35	11,32	11,28	11,24	11,20	11,17	11,13
270'	11,83	11,79	11,74	11,70	11,66	11,62	11,59	11,55	11,51
280'	12,25	12,21	12,16	12,12	12,08	12,03	11,99	11,95	11,91

Таблица 14 (окончание)

Гра- дусы	0'	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	Гра- дусы
20'	12,25	12,29	12,34	12,38	12,43	12,47	12,52	12,57	12,61	12,66	12,71	30'
30'	12,71	12,75	12,80	12,85	12,90	12,95	13,00	13,05	13,10	13,15	13,20	20'
40'	13,20	13,25	13,30	13,35	13,40	13,46	13,51	13,56	13,62	13,67	13,73	10'
50'	13,73	13,78	13,84	13,89	13,95	14,01	14,07	14,12	14,18	14,24	14,30	+ 0°00'
86°00'	14,30	14,36	14,42	14,48	14,54	14,61	14,67	14,73	14,80	14,86	14,92	50'
10'	14,92	14,99	15,06	15,12	15,19	15,26	15,33	15,39	15,46	15,53	15,60	40'
20'	15,60	15,68	15,75	15,82	15,89	15,97	16,04	16,12	16,20	16,27	16,35	30'
30'	16,35	16,43	16,51	16,59	16,67	16,75	16,83	16,92	17,00	17,08	17,17	20'
40'	17,17	17,26	17,34	17,43	17,52	17,61	17,70	17,79	17,87	17,98	18,07	10'
50'	18,07	18,17	18,27	18,37	18,46	18,56	18,67	18,77	18,87	18,98	19,08	3°00'
87°00'	19,08	19,19	19,30	19,41	19,52	19,63	19,74	19,85	19,97	20,09	20,21	50'
10'	20,21	20,33	20,45	20,57	20,69	20,82	20,95	21,07	21,20	21,34	21,47	40'
20'	21,47	21,61	21,74	21,88	22,02	22,16	22,31	22,45	22,60	22,75	22,90	30'
30'	22,90	23,06	23,21	23,37	23,53	23,69	23,86	24,03	24,20	24,37	24,54	20'
40'	24,54	24,72	24,90	25,08	25,26	25,45	25,64	25,83	26,03	26,23	26,43	10'
50'	26,43	26,64	26,84	27,06	27,27	27,49	27,71	27,94	28,17	28,40	28,64	2°00'
88°00'	28,64	28,88	29,12	29,37	29,62	29,88	30,14	30,41	30,68	30,96	31,24	50'
10'	31,24	31,53	31,82	32,12	32,42	32,73	33,05	33,37	33,69	34,03	34,37	40'
20'	34,37	34,72	35,07	35,43	35,80	36,18	36,56	36,96	37,36	37,77	38,19	30'
30'	38,19	38,62	39,06	39,51	39,97	40,44	40,92	41,41	41,92	42,43	42,96	20'
40'	42,96	43,51	44,07	44,64	45,23	45,83	46,45	47,09	47,74	48,41	49,10	10'
50'	49,10	49,82	50,55	51,30	52,08	52,88	53,71	54,56	55,44	56,35	57,29	1°00'
89°00'	57,29	58,26	59,27	60,31	61,38	62,50	63,66	64,86	66,11	67,40	68,75	50'
10'	68,75	70,15	71,62	73,14	74,73	76,39	78,13	79,94	81,85	83,84	85,94	40'
20'	85,94	88,14	90,46	92,91	95,49	98,22	101,1	104,2	107,4	110,9	114,6	30'
30'	114,6	118,5	122,8	127,3	132,2	137,5	143,2	149,5	156,3	163,7	171,9	20'
40'	171,9	180,9	191,0	202,2	214,9	229,2	245,6	264,4	286,5	312,5	343,8	10'
50'	343,8	382,0	429,7	491,1	573,0	687,5	859,4	1146	1719	3438	—	0°00'

Котангенсы (ctg)

Пример 2. Дано: катет  $a=84$  мм и угол  $\alpha=35^\circ$ . Определить катет  $b$  и гипотенузу  $c$ .

Из формул (10) и (8) после преобразования получим формулы

$$\boxed{b = a \operatorname{ctg} \alpha} \quad (13)$$

$$\boxed{c = \frac{b}{\cos \alpha}} \quad (14)$$

$$b = a \operatorname{ctg} \alpha = 84 \operatorname{ctg} 35^\circ; \text{ по табл. 14 } \operatorname{ctg} 35^\circ = 1,4281;$$

$$b = 84 \cdot 1,4281 = 120 \text{ мм};$$

$$c = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{120}{\cos 35^\circ}; \text{ по табл. 13 } \cos 35^\circ = 0,8192;$$

$$c = \frac{120}{0,8192} = 147 \text{ мм}.$$

Пример 3. Дано: гипотенуза  $c=150$  мм и угол  $\alpha=42^\circ$ . Определить катеты  $a$  и  $b$ .

Из формул (7) и (8) после преобразований получаются следующие формулы:

$$\boxed{a = c \sin \alpha} \quad (15) \quad \text{и} \quad \boxed{b = c \cos \alpha} \quad (16)$$

Находим по табл. 13 значения синуса и косинуса угла  $42^\circ$ :

$$\sin 42^\circ = 0,6691 \text{ и } \cos 42^\circ = 0,7431.$$

Тогда

$$a = c \sin 42^\circ = 150 \cdot 0,6691 = 100,4 \text{ мм};$$

$$b = c \cos 42^\circ = 150 \cdot 0,7431 = 111,5 \text{ мм}.$$

Пример 4. Дано: катет  $a=50$  мм и гипотенуза  $c=110$  мм. Определить величину угла  $\alpha$ .

По формуле (7)

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{50}{110} = 0,4545.$$

Такого числа в табл. 13 нет. Ближайшее меньшее число в таблице 0,4540, соответствующее углу  $27^\circ 0'$ . Значит,  $\alpha = 27^\circ 0' +$  поправка на 0,0005 (разность между полученным значением синуса 0,4545 и ближайшим меньшим табличным 0,4540). Поправка вычисляется так. Разность между двумя соседними табличными зна-

чениями 0,4555 и 0,4540 составляет 0,0015. Эта разность соответствует 6 минутам. Составляем пропорцию:

$$\begin{array}{l} 0,0015 - 6 \text{ минут} \\ 0,0005 - x \text{ минут} \end{array}$$

или 
$$\frac{0,0015}{0,0005} = \frac{6}{x};$$

отсюда получаем  $x = 2'$ , значит,  $\alpha = 27^\circ 0' + 2' = 27^\circ 2'$ .

Пример 5. Дано: катет  $b = 100 \text{ мм}$  и гипотенуза  $c = 108 \text{ мм}$ . Определить величину угла  $\alpha$ .

По формуле (8)

$$\cos \alpha = \frac{b}{c} = \frac{100}{108} = 0,9260.$$

Такого числа также нет в табл. 13. Ближайшее меньшее 0,9259, соответствующее углу  $22^\circ 12'$ . Разность между соседними табличными значениями 0,9265 и 0,9259 составляет 0,0006. Она соответствует 6 минутам. А разность между полученным значением косинуса 0,9260 и ближайшим табличным 0,9259 равна 0,0001. Составляем пропорцию:

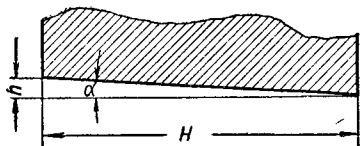
$$\begin{array}{l} 0,0006 - 6 \text{ минут} \\ 0,0001 - x \text{ минут} \end{array}$$

Из решения этой пропорции получаем  $x = 1'$ . Значит,  $\alpha = 22^\circ 12' - 1' = 22^\circ 11'$  (при нахождении величины угла по значению косинуса поправку вычитаем).

Пример 6. Дано: катет  $a = 40 \text{ мм}$  и катет  $b = 120 \text{ мм}$ . Определить величину угла  $\alpha$ .

По формуле (9)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} = \frac{40}{120} = 0,3333.$$



Фиг. 3. К примеру 7 на определения уклонов.

Поступая так же, как и в предыдущих примерах, находим:  $\alpha = 18^\circ 24' + \text{поправка на } 0,0006 \text{ при разности между соседними табличными значениями } 0,0019 = 18^\circ 24' + 2' = 18^\circ 26'$ .

Для нахождения поправок можно также пользоваться числами, стоящими в графе «поправка».

Пример 7. Определить величину  $h$  уклона (фиг. 3) в миллиметрах, если высота детали  $H = 96 \text{ мм}$ , а угловой уклон равен  $2^\circ$ .

По формуле (11)

$$h = H \operatorname{tg} \alpha = 96 \operatorname{tg} 2^\circ = 96 \cdot 0,0349 = 3,35 \text{ мм}.$$

Для определения уклонов  $h$  можно воспользоваться также табл. 15.

Решим пример 7, пользуясь табл. 15. Для высоты 90 мм угловой уклон  $2^\circ$  соответствует уклону  $h$ , равному 3,14 мм а для высоты 6 мм — 0,21 мм. Значит, уклон на высоте 96 мм равен  $3,14 + 0,21 = 3,35 \text{ мм}$ .

Таблица 15

Уклоны  $h$  в мм при высоте  $H$  и углом уклоне  $\alpha$  (см. фиг. 3)

$H$ , мм	10'	30'	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	15°
1	0,0029	0,0087	0,0175	0,0349	0,0524	0,07	0,0875	0,105	0,123	0,140	0,158	0,176	0,268
2	0,0058	0,0175	0,0350	0,070	0,105	0,1398	0,175	0,210	0,246	0,281	0,317	0,353	0,536
3	0,0087	0,0262	0,0524	0,105	0,157	0,2098	0,2625	0,315	0,368	0,421	0,475	0,529	0,804
4	0,0116	0,035	0,0700	0,140	0,209	0,2797	0,350	0,420	0,491	0,562	0,633	0,705	1,072
5	0,0145	0,0436	0,087	0,175	0,262	0,3496	0,437	0,525	0,614	0,702	0,792	0,882	1,340
6	0,0175	0,0524	0,105	0,210	0,314	0,4196	0,525	0,630	0,737	0,844	0,950	1,058	1,608
7	0,0203	0,0611	0,122	0,245	0,367	0,4895	0,612	0,735	0,859	0,984	1,108	1,234	1,876
8	0,0232	0,070	0,140	0,280	0,419	0,559	0,700	0,840	0,982	1,123	1,267	1,410	2,144
9	0,0262	0,079	0,157	0,315	0,470	0,629	0,787	0,946	1,105	1,265	1,425	1,587	2,411
10	0,0291	0,087	0,175	0,349	0,524	0,699	0,875	1,051	1,228	1,405	1,584	1,763	2,680
20	0,058	0,175	0,350	0,70	1,048	1,398	1,750	2,102	2,456	2,810	3,163	3,527	5,360
30	0,087	0,262	0,524	1,05	1,572	2,093	2,625	3,153	3,683	4,216	4,751	5,290	8,040
40	0,116	0,350	0,700	1,40	2,096	2,797	3,501	4,204	4,911	5,621	6,335	7,054	10,72
50	0,145	0,436	0,872	1,75	2,620	3,496	4,375	5,255	6,139	7,027	7,919	8,817	13,40
60	0,175	0,525	1,05	2,10	3,144	4,196	5,250	6,306	7,367	8,432	9,503	10,58	16,08
70	0,203	0,611	1,22	2,45	3,668	4,895	6,124	7,357	8,595	9,838	11,08	12,34	18,76
80	0,232	0,700	1,40	2,79	4,192	5,594	6,999	8,408	9,822	11,24	12,67	14,10	21,44
90	0,262	0,786	1,57	3,14	4,716	6,294	7,874	9,459	11,05	12,65	14,25	15,87	24,11
100	0,291	0,873	1,745	3,49	5,241	6,993	8,749	10,51	12,28	14,05	15,84	17,63	26,80
200	0,582	1,746	3,490	6,98	10,48	13,98	17,5	21,02	24,56	28,10	31,68	35,27	53,60
300	0,875	2,620	5,240	10,47	15,72	20,98	26,25	31,53	36,84	42,16	47,51	52,90	80,40
400	1,164	3,500	6,982	13,96	20,96	27,97	35,0	42,04	49,11	56,21	63,35	70,54	107,18

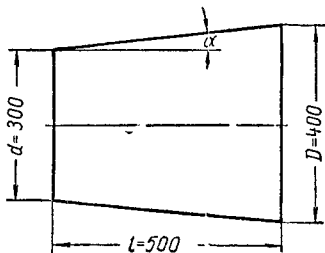
## 6. НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МОДЕЛЕЙ

Пример 1. Определить угол  $\alpha$  в градусах, если диаметр  $D=400$  мм, меньший диаметр  $d=300$  мм, длина  $l=500$  мм (фиг. 4)

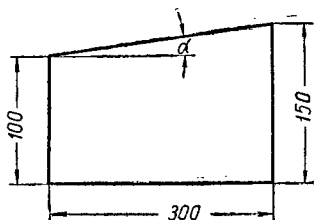
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{400-300}{2 \cdot 500} = 0,1000.$$

Поступив так, как было показано в предыдущем параграфе (пример 6), находим  $\alpha=5^{\circ}43'$ .

Определение угла  $\alpha$  в градусах необходимо, например, для установки суппорта токарного станка при обточке конических деталей на токарных станках.



Фиг. 4. К примеру 1.



Фиг. 5. К примеру 2.

Пример 2. Определить угол в градусах (фиг. 5). Определение производится так же, как и в первом примере

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{150-100}{300} = 0,1666.$$

По табл. 14 находим  $\alpha=9^{\circ}28'$ .

Пример 3. Необходимо произвести заготовку круглой конической модели, изображенной на фиг. 6. Модели указанных размеров заготавливаются из клепок на дисках. Необходимо определить длину клепок  $c$  (или длину образующей усеченного конуса), подсчитать потребное количество клепок и размеры клепки в сечениях.

Для определения длины клепки  $c$  необходимо знать размер  $a$  и угол  $\alpha$  в градусах

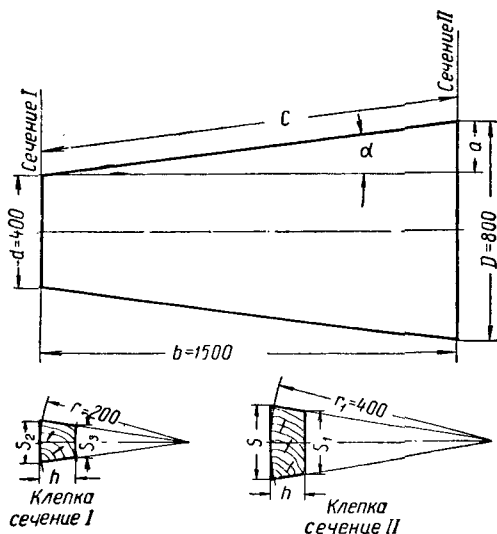
$$a = \frac{800-400}{2} = 200 \text{ мм};$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} = \frac{200}{1500} = 0,1333. \text{ По табл. 14 находим } \alpha=7^{\circ}36'.$$

$$\text{Длина клепки } c = \frac{b}{\cos \alpha} = \frac{1500}{\cos 7^{\circ}36'} = \frac{1500}{0,9912} = 1513 \text{ мм}$$

(см. пример 2 предыдущего параграфа).

Определим теперь потребное количество клепок на одну модель. Принимаем наибольшую ширину клепки по дуге в сечении II равной 100 мм. Длина окружности диаметром 800 мм равна  $\pi \cdot 800 = 3,14 \cdot 800 = 2512$  мм. Количество клепок  $n = 2512 : 100 \approx 25$  штук.



Фиг. 6. К примеру 3.

Ширину клепки определяем как сторону правильного двадцатипятиугольника по формуле (2):  $s = 2r_1 \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n}$ , где  $n$  — число клепок (см. п. 2, пример 4)

$$s = 2 \cdot 400 \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{25} = 800 \operatorname{tg} 7^\circ 12'.$$

По табл. 14  $\operatorname{tg} 7^\circ 12' = 1,1263$ ;  $s = 800 \cdot 0,1263 = 101$  мм.

Так как разница в ширине клепки по дуге и по размеру  $s$  (по хорде) небольшая, практически ширину клепки считают по дуге, не прибегая к вычислению размера  $s$ .

Толщина клепки  $h$  принимается согласно существующим нормам. Размер  $s_1$  (сечение II) и размеры клепки  $s_2$  и  $s_3$  (сечение I) определяются аналогично.

Пример 4. Диаметр  $D = 500$  мм, длина  $l = 800$  мм, конусность 1:10. Определить диаметр  $d$  (фиг. 7).

Под конусностью понимают отношение разности диаметров усеченного конуса к его длине

$$K = \frac{D - d}{l}. \quad (17)$$

Если конус полный (неусеченный) и, следовательно,  $d=0$ , то

$$K = \frac{D}{l}.$$

Из формулы (17) для конусности после преобразований получаем формулы

$$D = d + Kl \quad (18)$$

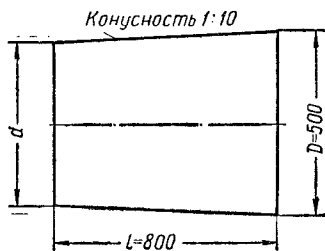
и

$$d = D - Kl. \quad (19)$$

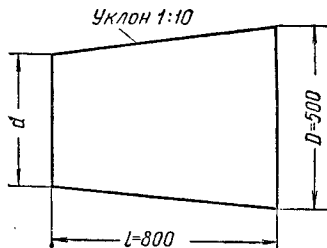
Воспользовавшись формулой (19) и имея в виду, что в нашем примере  $K = \frac{1}{10}$ , получаем

$$d = 500 - \frac{1}{10} 800 = 500 - 80 = 420 \text{ мм.}$$

Пример 5. Величина большого диаметра  $D$  и длина  $l$  те же, что и в предыдущем примере. Определить диаметр  $d$ , если уклон равен 1:10 (фиг. 8).



Фиг. 7. К примеру 4.



Фиг. 8. К примеру 5.

Под *уклоном* понимается отношение полуразности диаметров усеченного конуса к его длине.

$$k = \frac{D - d}{2l}. \quad (20)$$

Если конус полный (неусеченный) и, следовательно,  $d=0$ , то

$$k = \frac{D}{2l}.$$

Из формулы (20) после ее преобразований получаем формулы

$$D = d + 2lk; \quad (21)$$

$$d = D - 2kl. \quad (22)$$

Воспользовавшись формулой (22) и имея в виду, что в нашем примере  $k = \frac{1}{10}$ , получаем

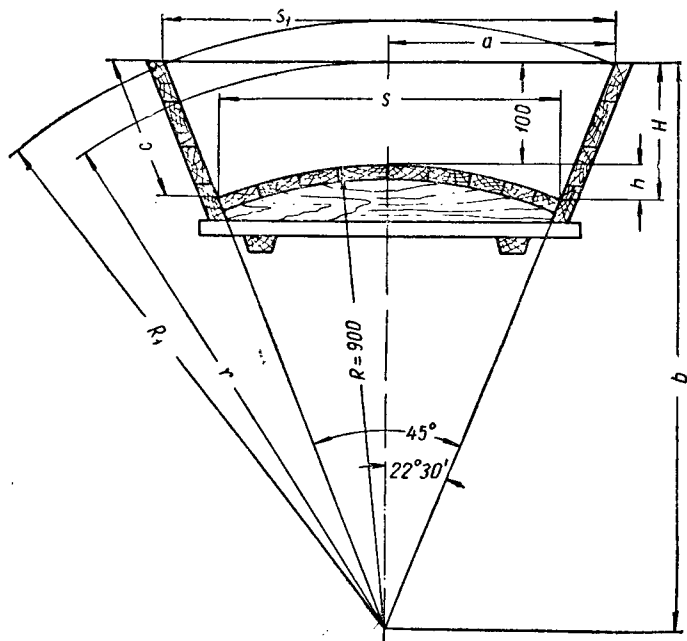
$$d = 500 - 2 \frac{1}{10} 800 = 500 - 160 = 340 \text{ мм.}$$



На деталях некруглого сечения подсчет величины конусности и уклона ничем не отличается от разобранных в примерах 4 и 5.

**Пример 6.** Выполнить технологический чертеж на заготовку стержневого ящика с простановкой недостающих размеров или изготовить указанный на фиг. 9 стержневой ящик без вычерчивания эскиза в натуральную величину.

Требуется определить размеры  $s$ ,  $s_1$ ,  $h$ ,  $H$ ,  $c$ .



Фиг. 9. К примеру 6.

Для определения размера  $h$  по табл. 4 находим длину стрелки при радиусе  $R=1$  и при заданном угле  $45^\circ$  и табличное значение умножаем на радиус  $R=900$  мм

$$h = 0,0761 \cdot 900 = 68 \text{ мм.}$$

Размер  $s$  представляет собою хорду, стягивающую дугу, соответствующую углу  $45^\circ$ . По табл. 3 находим значение хорды при радиусе окружности, равном единице, и найденное табличное значение умножаем на радиус  $R=900$  мм;  $s = 0,7654 \cdot 900 = 689$  мм.

Для определения размера  $s_1$  угол  $45^\circ$  делится пополам. Размер  $a$  вычисляется по формуле (11)

$$a = b \operatorname{tg} 22^\circ 30'.$$

Из фиг. 9 находим  $b=R+100=900+100=1000$  мм, а по табл. 14 определяем  $\operatorname{tg} 22^{\circ}30' = 0,4142$ . Тогда  $a=1000 \cdot 0,4142=414$  мм, а  $s_1=2a=2 \cdot 414=828$  мм.

Размер  $c$  нужен для определения длины стенки ящика по наклонной. Для определения воспользуемся формулой (14)

$$c = \frac{H}{\cos 22^{\circ}30'}.$$

Высота  $H=100+h$  (см. фиг. 9). Стрелка  $h$  была вычислена ранее и равна 68 мм. Следовательно,  $H=100+68=168$  мм. По табл. 13 находим  $\cos 22^{\circ}30' = 0,9239$ . Тогда

$$c = \frac{168}{0,9239} = 182 \text{ мм.}$$

Определение размеров  $s$ ,  $s_1$ ,  $h$ ,  $H$  и  $c$  можно произвести и другим способом. Хорда  $s$  представляет собой сторону правильного восьмиугольника, так как ей соответствует угол  $45^{\circ} \left( \frac{360}{8} \right)$ . В таком случае значение  $s$  можно найти по табл. 6

$$s = 0,765R$$

(окружность радиуса  $R$  описана около восьмиугольника со сторонами  $s$ ).

В рассматриваемом примере  $R=900$  мм, следовательно,  $s = 0,765 \cdot 900 = 689$  мм.

Размер  $s_1$  определяется по этой же табл. 6 (окружность радиуса  $r$  вписана в восьмиугольники со сторонами  $s_1$ )

$$s_1 = 0,828r.$$

В рассматриваемом примере  $r=R+100=900+100=1000$  мм, следовательно,  $s_1 = 0,828 \cdot 1000 = 828$  мм.

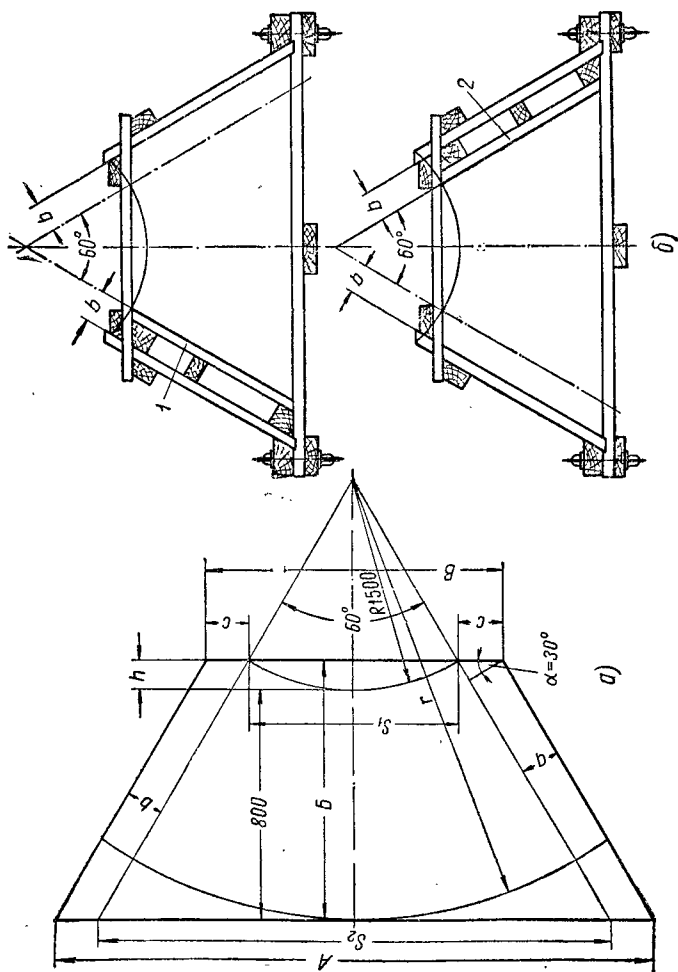
При помощи табл. 6 можно определить и размер  $c$ :  $c=R_1-R$ . Окружность радиуса  $R_1$  описана около восьмиугольника со сторонами  $s_1$ . Поэтому для данного случая формула табл. 6 переписывается так:  $R_1=1,307s_1$ .

Подставляя в эту формулу найденное значение  $s_1$ , получаем:  $R_1=1,307 \cdot 828$  мм. Тогда

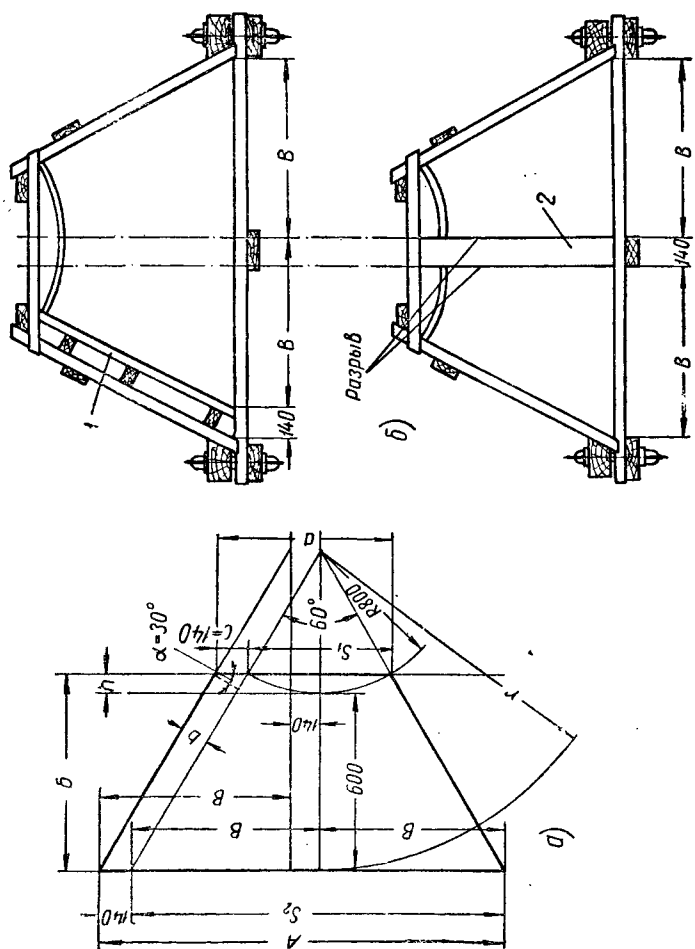
$$c=R_1-R=1082-900=182 \text{ мм.}$$

**Пример 7.** Детали зубчатых венцов крупных размеров формируются из двух половин с разделительными стержнями. При этом стык стержней для перекрытия формы может быть в середине разделительного стержня, или разделительный стержень попадает в середину стержня перекрытия формы.

Схема и ящик в плане для первого варианта литейной технологии изображены на фиг. 10, для второго варианта — на фиг. 11. Определить размеры  $A$ ,  $B$ ,  $B$  коробки ящика и размер  $c$  закладок (фиг. 10 — первый из указанных вариантов).



Фиг. 10. К примеру 7.



Фиг. 11. К примеру 8.

Размер  $b$  равен половине ширины разрыва между половинками венца (или половине эксцентрицитета формы). В данном примере величина эксцентрицитета равна 140 мм, откуда  $b=70$  мм.

$$c = \frac{b}{\cos 30^\circ} = \frac{70}{0,8660} = 80,8 \approx 81 \text{ мм.}$$

По табл. 3 находим длину хорды  $s_1$ , соответствующей углу  $60^\circ$ , при радиусе, равном 1, и умножаем на радиус  $R=1500$ ;  $s_1=1 \cdot 1500=1500$  мм. Следовательно,  $B=s_1+2c=1500+2 \cdot 81=1662$  мм. Размер  $B=h+800$  мм. По табл. 4  $h=0,1340R=0,1340 \cdot 1500=201$  мм. Тогда  $B=201+800=1001$  мм.

Размер  $A=s_2+2c$ ; по табл. 6 при  $n=\frac{360^\circ}{60^\circ}=6$   $s=1,155$   $r$ .

При обозначениях, поставленных на фиг. 10,  $a$ , эта формула переписывается так:  $s_2=1,155$   $r$ .

Из фиг. 10 следует, что  $r=R+800=1500+800=2300$  мм.

Следовательно,  $s_2=1,155 \cdot 2300=2656$  мм и значит  $A=2656+2 \cdot 81=2818$  мм.

По изображенному на фиг. 10,  $a$  ящику набиваются три различных стержня. С закладкой 1 набиваются левые стержни, с закладкой 2 — правые и с обеими закладками — промежуточные стержни.

Пример 8. Определить размеры  $A$ ,  $B$  и  $a$  коробки ящика и размер  $b$  — толщину закладки (фиг. 11 — второй из указанных вариантов). Подсчет размеров производится аналогично разобранным в примере 7.

Размер  $a=s_1+140$ ; по табл. 3 длина хорды  $s$  при  $R=1$  и при  $60^\circ$  равна 1,000;  $s_1=1,000$ ;  $R=1,000 \cdot 800=800$  мм;  $a=800+140=940$  мм.

Размер  $B=h+600$ ; по табл. 4  $h=0,1340$ ;  $R=0,1340 \cdot 800=107$  мм;  $B=107+600=707$  мм.

Размер  $A=s_2+140$ ; по табл. 6 при  $n=6$   $s=1,155$   $r$ .

При обозначениях, поставленных на фиг. 11,  $a$ , эта формула переписывается так:  $s_2=1,155$   $r$ .

Из фиг. 11,  $a$  видно, что  $r=R+600=800+600=1400$  мм; тогда  $s_2=1,155 \cdot 1400=1617$  мм; следовательно,  $A=1617+140=1737$  мм.

По формуле (16)  $b=c \cos 30^\circ$ ; по табл. 13  $\cos 30^\circ=0,8660$ ;  $b=140 \cdot 0,8660=121$  мм.

По изображенному на фиг. 11,  $b$  ящику набиваются два различных стержня: с закладкой 1 набиваются промежуточные стержни, а со вставкой 2 — стержни, перекрывающие форму в местах разрыва (с учетом величины эксцентрицитета формы).

## 7. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ <sup>1)</sup>

Обозначения наиболее часто применяемых единиц измерения приведены в табл. 16.

<sup>1)</sup> В СССР с 1 января 1963 г. вводится в действие ГОСТ 9867—61, в котором устанавливается применение Международной системы единиц как предпочтительной во всех областях науки, техники и народного хозяйства, а также при преподавании.

Таблица 16

## Обозначение единиц измерения

Наименование единиц измерения	Сокращенное обозначение
Единицы длины	
Метр . . . . .	<i>м</i>
Километр (1000 <i>м</i> ) . . . . .	<i>км</i>
Дециметр (0,1 <i>м</i> ) . . . . .	<i>дм</i>
Сантиметр (0,01 <i>м</i> ) . . . . .	<i>см</i>
Миллиметр (0,001 <i>м</i> ) . . . . .	<i>мм</i>
Микрон (0,000001 <i>м</i> или 0,001 <i>мм</i> ) . . . . .	<i>мк</i>
Единицы площади	
Квадратный метр . . . . .	<i>м²</i>
Гектар (10000 <i>м²</i> ) . . . . .	<i>га</i>
Квадратный дециметр (0,01 <i>м²</i> ) . . . . .	<i>дм²</i>
Квадратный сантиметр (0,0001 <i>м²</i> ) . . . . .	<i>см²</i>
Квадратный миллиметр (0,000001 <i>м²</i> ) . . . . .	<i>мм²</i>
Единицы объема	
Кубический метр . . . . .	<i>м³</i>
Кубический сантиметр (0,000001 <i>м³</i> ) . . . . .	<i>см³</i>
Единицы вместимости	
Литр . . . . .	<i>л</i>
Декалитр (10 <i>л</i> ) . . . . .	<i>дл</i>
Гектолитр (100 <i>л</i> ) . . . . .	<i>га</i>
Килолитр (1000 <i>л</i> ) . . . . .	<i>кл</i>
Миллилитр (0,001 <i>л</i> ) . . . . .	<i>мл</i>
Единицы веса	
Грамм . . . . .	<i>г</i>
Килограмм (1000 <i>г</i> ) . . . . .	<i>кг</i>
Центнер (100 <i>кг</i> ) . . . . .	<i>ц</i>
Тонна (1000 <i>кг</i> ) . . . . .	<i>т</i>
Миллиграмм (0,001 <i>г</i> ) . . . . .	<i>мг</i>
Единицы времени	
Секунда . . . . .	<i>сек.</i>
Минута (60 <i>сек.</i> ) . . . . .	<i>мин.</i>
Час (3600 <i>сек.</i> ) . . . . .	<i>час.</i>
Единицы работы (энергии) и теплоты	
Килограммометр . . . . .	<i>кгм</i>
Ватт-час . . . . .	<i>вт-ч</i>
Киловатт-час (1000 <i>вт-ч</i> ) . . . . .	<i>квт-ч</i>
Калория (малая калория) (0,001 <i>ккал</i> ) . . . . .	<i>кал</i>
Килокалория (большая калория) . . . . .	<i>ккал</i>
Единицы мощности	
Ватт . . . . .	<i>вт</i>
Килограммометр в секунду . . . . .	<i>кгм/сек</i>
Гектоватт (100 <i>вт</i> ) . . . . .	<i>гвт</i>
Киловатт (1000 <i>вт</i> =101,972 <i>кгм/сек</i> ) . . . . .	<i>квт</i>
Лошадиная сила (75 <i>кгм/сек</i> ) . . . . .	<i>л. с.</i>

Таблица 16 (окончание)

Наименование единиц измерения	Сокращенное обозначение
<b>Единицы давления</b>	
Техническая атмосфера ( $\text{кг/см}^2$ ) . . . . .	<i>ат</i>
Метр водяного столба ( $0,1 \text{ кг/см}^2$ ) . . . . .	<i>м вод. ст.</i>
Миллиметр водяного столба ( $0,001 \text{ м вод. ст.};$ $0,0001 \text{ кг/см}^2$ ) . . . . .	<i>мм вод. ст.</i>
Миллиметр ртутного столба ( $0,0013596 \text{ кг/см}^2$ ) . . . . .	<i>мм рт. ст.</i>
<b>Тепловые единицы</b>	
Градус международный . . . . .	$^{\circ}\text{C}$
Удельная теплоемкость . . . . .	$\text{ккал/кг } ^{\circ}\text{C}$
<b>Электрические единицы</b>	
Ампер . . . . .	<i>а</i>
Вольт . . . . .	<i>в</i>
Ом . . . . .	<i>ом</i>

## 8. УДЕЛЬНЫЙ ВЕС И ПЛОТНОСТЬ

*Удельным (объемным весом)* тела называется величина отношения весового количества вещества  $G$  к его объему  $V$ .

*Плотностью* тела называется масса единицы объема. Плотность выражается в  $\text{г/см}^3$  или  $\text{т/м}^3$ . Если тело в занимаемом объеме не имеет пустот, то удельный вес его численно равен плотности.

Между весом тела  $G$ , его объемом  $V$  и удельным весом (плотностью)  $\gamma$  существуют соотношения

$$G = \gamma V; \quad (23)$$

$$V = \frac{G}{\gamma}. \quad (24)$$

По этим формулам можно, зная объем тела и удельный вес, определить его вес (по формуле 23), а зная вес и удельный вес, определить объем тела (по формуле 24).

Пользуясь формулой (23), нужно всегда твердо помнить, что объем должен быть выражен только или в кубических сантиметрах — тогда вес получится в граммах, или в кубических метрах — тогда вес получится в тоннах. При пользовании формулой (24) нужно вес выражать или в граммах — тогда объем получится в кубических сантиметрах, или в тоннах — тогда объем получится в кубических метрах. Выражать вес в килограммах при пользовании формулой (24) нельзя.

**Пример 1.** Определить вес сосновой доски длиной 3 м, шириной 20 см и толщиной 40 мм.

Находим сначала объем  $V$  доски, предварительно переведя все размеры в сантиметры.

$$V = 300 \cdot 20 \cdot 4 = 24000 \text{ см}^3,$$

По табл. 17 находим, что удельный вес сосны равен в среднем 0,53. Тогда по формуле (23)

$$G = 0,53 \cdot 24000 = 12720 \text{ г или } 12,720 \text{ кг.}$$

Пример 2. Определить объем стальной детали, если ее вес  $G$  равен 35 кг.

Таблица 17

Удельный вес плотность некоторых материалов

Материал	Плотность в $\text{г/см}^3$ или $\text{т/м}^3$	Материал	Плотность в $\text{г/см}^3$ или $\text{т/м}^3$
Алюминий . . . . .	2,7	Тополь . . . . .	0,40
Ацетон . . . . .	0,79	Ясень . . . . .	0,71
Баббит оловянный . . . . .	7,4	Железо . . . . .	7,88
Баббит свинцовый . . . . .	9,8	Канфоль . . . . .	1,07
Бронза алюминиевая . . . . .	7,9	Керосин при $15^\circ$ . . . . .	0,79—0,82
Бронза оловянная . . . . .	8,8	Латунь . . . . .	8,5—8,6
Гипс (обожженный) . . . . .	1,81	Масло льняное и олифа при $15^\circ$ . . . . .	0,93
Графит . . . . .	1,9—2,3	Масло машинное при $20^\circ$ . . . . .	0,91
Дерево воздушно-сухое (при влажности 15%) . . . . .	1,3	Медь . . . . .	8,94
Бакаут . . . . .	0,65	Мел . . . . .	1,8—2,6
Береза . . . . .	0,65	Никель . . . . .	8,90
Бук . . . . .	0,74	Олово . . . . .	7,3
Груша . . . . .	0,72	Парафин . . . . .	0,87
Дуб . . . . .	0,44	Пластмасса . . . . .	1,3—1,4
Ель сибирская . . . . .	0,43	Свинец . . . . .	11,34
Кедр сибирский . . . . .	0,70	Свинцовые белила . . . . .	6,7
Клен . . . . .	0,51	Скипидар при $18^\circ$ . . . . .	0,87
Лина . . . . .	0,68	Сталь углеродистая . . . . .	7,85
Лиственница . . . . .	0,52	Тальк . . . . .	2,7
Ольха . . . . .	0,60	Цемент . . . . .	1,5—2,0
Орех кавказский . . . . .	0,50	Целлулоид . . . . .	1,34—1,40
Осина . . . . .	0,39	Цинк . . . . .	7,13
Пихта . . . . .	0,97	Чугун белый . . . . .	7,3—7,6
Самшит . . . . .	0,53	Чугун серый . . . . .	7,1—7,4
Сосна . . . . .			

По табл. 17 находим, что удельный вес стали равен 7,85. По формуле (24) определяем объем  $V$ , предварительно выразив вес в граммах

$$V = \frac{35000}{7,85} = 4450 \text{ см}^3.$$

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Выгодский М. Я. Справочник по элементарной математике. Изд. 13, М., Физматгиз, 1960.
2. Справочник металлста. Машгиз, т. 1, 1957.
3. Бронштейн И. Н. и Семендяев К. А. Справочник по математике. Изд. 8, М., Физматгиз, 1959.



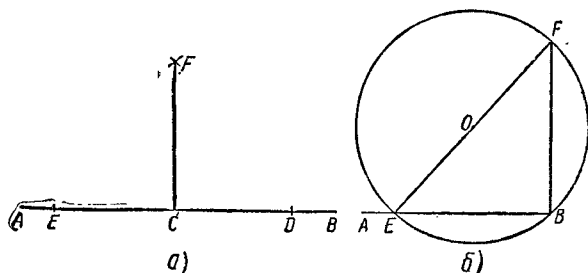
# ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

В этой главе указаны простые правила основных геометрических построений, наиболее часто встречающихся в практической работе модельщиков. Рассмотрены также несложные способы вычерчивания овалов, эллипсов и зубьев зубчатых колес с эвольвентным и циклоидальным профилем. Полезными для модельщика окажутся также подробные таблицы различной резьбы.

## 1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

### Построение перпендикуляров

Из точки  $C$  на прямой  $AB$  восстановить к ней перпендикуляр (фиг. 12, а). Делается это так. От точки  $C$  вправо и влево откладываются произвольные, но равные отрезки  $CD$  и  $CE$ . Из полученных точек  $D$  и  $E$  произвольным радиусом (большим  $CD$ ) делаются засечки. Полученную от пересечения засечек точку  $F$  соединяют с точкой  $C$ . Линия  $CF$  и есть искомый перпендикуляр.

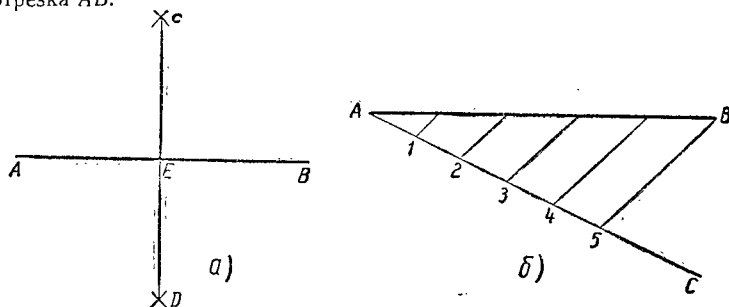


Фиг. 12. Построение перпендикуляра.

Когда прямая  $AB$  не может быть продолжена за пределы точки  $B$ , из которой необходимо восстановить перпендикуляр (фиг. 12, б), поступают так. Из произвольного центра  $O$  проводят окружность так, чтобы она прошла через точку  $B$ . Эта окружность пересечет линию  $AB$  в точке  $E$ . Эту точку соединяют с центром  $O$  и продолжают до пересечения с окружностью в точке  $F$ . Линия  $BF$  и есть искомый перпендикуляр.

### Деление отрезков прямой на равные части

Деление отрезка  $AB$  на две равные части делается так (фиг. 13, а). Из точек  $A$  и  $B$  радиусом, большим половины расстояния между ними, делают засечки выше и ниже линии  $AB$ . Полученные точки  $C$  и  $D$  соединяют между собой. Точка  $E$  и есть середина отрезка  $AB$ .

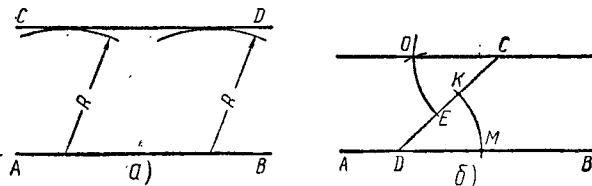


Фиг. 13. Деление прямой на равные части.

Если требуется разделить отрезок прямой  $AB$  на произвольное число равных частей, предположим на пять, то из точки  $A$  проводят под произвольным углом прямую  $AC$  (фиг. 13, б) и на ней от точки  $A$  откладывают пять произвольных, но равных частей. Соединяют точку 5 с точкой  $B$  и через точки 4, 3, 2 и 1 проводят прямые, параллельные линии  $5B$ . Линия  $AB$  разделится на пять равных частей.

### Проведение параллельных прямых

Провести прямую  $CD$  параллельно прямой  $AB$  на расстоянии, равном  $R$  (фиг. 14, а). Из двух произвольных точек на прямой  $AB$  проводят дуги радиусом  $R$ . При помощи линейки проводят прямую  $CD$ , касательную к этим дугам. Эта прямая  $CD$  параллельна  $AB$ .

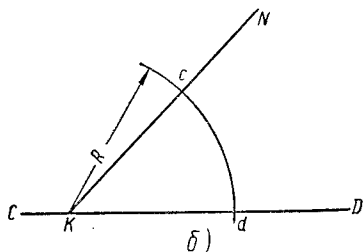
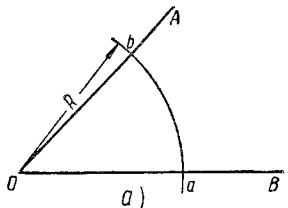


Фиг. 14. Проведение параллельных прямых.

Через точку  $C$ , лежащую вне прямой  $AB$ , провести к ней параллельную. Решается эта задача так: из точки  $C$  проводят прямую  $CD$  под произвольным углом к  $AB$  (фиг. 14, б). Из точек  $C$  и  $D$  произвольными, но равными радиусами проводят дуги. Хорду  $KM$  циркулем откладывают на второй дуге от точки  $E$  и делают на ней засечку в точке  $O$ . Через точку  $O$  и  $C$  проводят прямую, которая и будет параллельна  $AB$ .

### Построение угла, равного данному

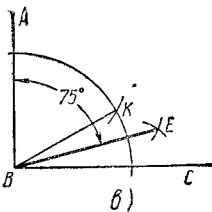
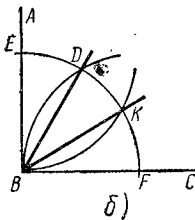
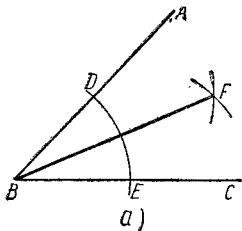
Для того чтобы построить угол, равный данному  $\angle AOB$  (фиг. 15, а), из вершины его  $O$  проводят произвольным радиусом  $R$  дугу. Тем же радиусом проводят дугу из точки  $K$  на прямой  $CD$  (фиг. 15, б). Циркулем из точки  $d$  откладывают хорду  $dc$ , равную хорде  $ab$ . Проведя через точки  $K$  и  $c$  прямую, получают угол  $DKN$ , равный данному углу  $AOB$ .



Фиг. 15. Построение угла, равного данному.

Для того чтобы разделить данный угол  $ABC$  пополам (фиг. 16, а), из вершины его  $B$  произвольным радиусом проводят дугу  $DE$  так, чтобы она пересекла стороны угла в двух точках  $D$  и  $E$ . Из этих точек делают засечки радиусом, большим половины расстояния  $DE$ . Полученную точку  $F$  соединяют с вершиной угла  $B$ . Линия  $BF$  и разделит угол  $ABC$  пополам. Очевидно, таким же приемом можно продолжить деление дальше, т. е. разделить угол на четыре части, восемь частей и т. д.

Прямой угол (фиг. 16, б) легко можно разделить на три равных части. Для этого из вершины угла  $B$  произвольным радиусом проводят дугу так, чтобы она пересекла стороны угла в двух точках  $E$



Фиг. 16. Деление углов.

и  $F$ . Из полученных точек тем же радиусом делают на дуге  $EF$  засечки. Полученные точки  $D$  и  $K$  соединяют с вершиной угла  $B$ .

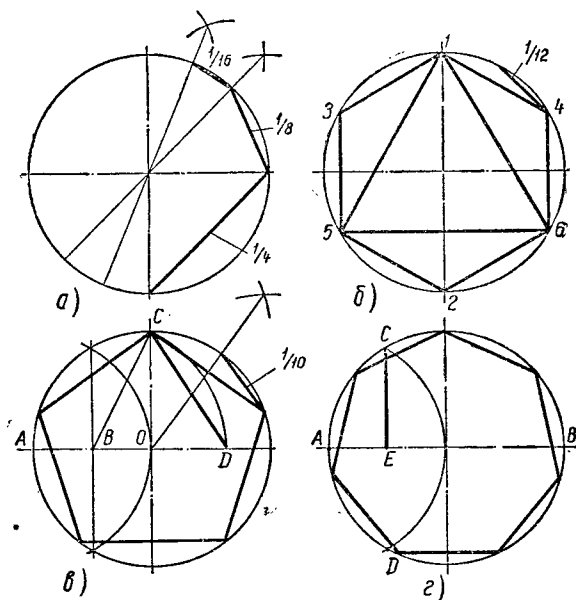
Разделив каждую треть прямого угла пополам, произведем деление прямого угла на шесть, двенадцать частей и т. д.

Пользуясь указанными приемами, можно без транспорта строить углы, часто встречающиеся в модельном деле:  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $75^\circ$ ,  $120^\circ$  и т. д. Для построения, например, угла  $75^\circ$  поступают так. В прямом угле  $ABC$  (фиг. 16, в) засекают, как и в предыдущем примере, точку  $K$ . Угол  $KBC$  делят пополам; тогда угол  $ABE$  будет равен  $75^\circ$ . Угол  $120^\circ$  строится как сумма углов  $90^\circ$  и  $30^\circ$ .

### Деление окружности на равные части и построение правильных многоугольников

В модельном деле очень часто приходится делить окружности на равные части.

Любой диаметр делит окружность пополам. Два взаимно перпендикулярных диаметра делят окружность на четыре равные части.



Фиг. 17. Деление окружности на равные части

Деля каждую четвертую часть окружности пополам, получаем восьмые части; деля восьмые части пополам, получаем шестнадцатые и т. д. Соединяя точки деления, получаем стороны правильного четырехугольника (квадрата), правильного восьмиугольника, шестнадцатиугольника и т. д. (17, а).

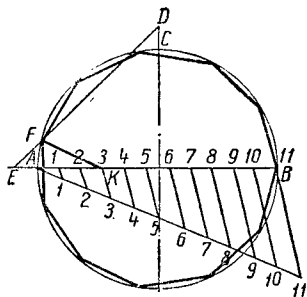
Для деления окружности на три, шесть, двенадцать частей и для построения правильных треугольника, шестиугольника и двенадцати-

угольника поступают так. Из точек 1 и 2 (фиг. 17, б), лежащих на противоположных концах диаметра, засекают окружность в точках 3, 4, 5 и 6 радиусом, равным радиусу данной окружности. Если соединить между собою эти точки, то получим правильный шестиугольник. Если соединить точки через одну (1—5—6), то получим правильный треугольник. Если каждую дугу (например, 1—4) разделить пополам, то окружность разделится на двенадцать частей, а соединив точки деления прямыми, получим правильный двенадцатиугольник. Можно разделить окружность на 12 частей и построить правильный двенадцатиугольник и еще проще, разделив каждый из четырех прямых углов на три части способом, который был описан выше (см. фиг. 16, б).

Для деления окружности на пять равных частей (фиг. 17, в) поступают так. Радиус окружности  $AO$  делят пополам. Из полученной точки  $B$  делают засечку на горизонтальном диаметре радиусом, равным отрезку  $CB$ . Отрезок  $CD$  и будет стороной правильного пятиугольника.

Деление окружности на семь равных частей делается так (фиг. 17, г). Проводят горизонтальный диаметр  $AB$ ; из точки  $A$  радиусом, равным радиусу данной окружности, проводят дугу, которая пересечет окружность в точках  $C$  и  $D$ , и соединяют эти точки прямой, которая разделит радиус окружности в точке  $F$  пополам. Отрезок  $CE$  и отрезок  $DE$  по величине равны стороне правильного семиугольника.

Деление окружности на любое число равных частей делается так (фиг. 18). Диаметр окружности  $AB$  делят на столько равных частей, на сколько хотят разделить окружность (в рассматриваемом примере — на одиннадцать). На продолжениях взаимно-перпендикулярных диаметров откладывают отрезки  $AE$  и  $CD$ , равные  $1/11$  части диаметра. Через точки  $E$  и  $D$  проводят секущую. Точку  $F$  пересечения секущей с окружностью соединяют с точкой  $K$  (соответствующей третьей части деления диаметра  $AB$ ). Линия  $FK$  и будет стороной одиннадцатиугольника.



Фиг. 18. Деление окружности на любое число равных частей.

Для деления окружности на равные части можно пользоваться также транспортиром.

В технике чаще пользуются для деления окружности на равные части табл. 2.

### Построение правильных многоугольников с любым числом сторон

**Пример.** В окружность диаметра  $D$  требуется вписать правильный семиугольник (фиг. 19).

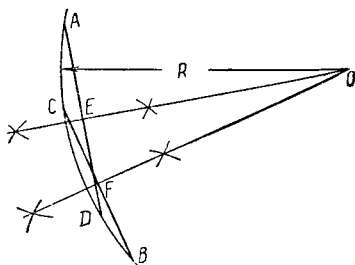
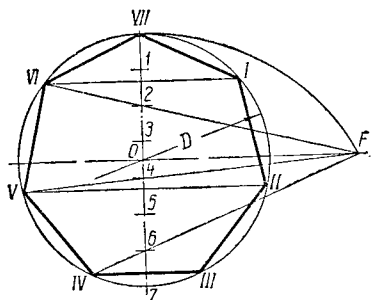
Вертикальный диаметр окружности делится на семь равных частей. Из точки 7 радиусом, равным диаметру окружности  $D$ , описы-

вается дуга до пересечения с продолжением горизонтального диаметра в точке  $F$ . Из точки  $F$  через четные деления вертикального диаметра проводятся лучи, пересечение которых с окружностью определит вершины  $VI, V, IV$  семиугольника. Для получения вершин  $I, II, III$  из точек  $IV, V, VI$  проводятся до пересечения с окружностью горизонтальные прямые. Найденные вершины соединяются последовательно между собой. Лучи из точки  $F$  могут быть проведены и через нечетные деления вертикального диаметра.

Указанным способом можно построить многоугольник с любым числом сторон.

### Нахождение радиуса дуги

Имеется дуга  $AB$  (фиг. 20), требуется найти ее центр и определить радиус. Для этого проводят две хорды  $AD$  и  $BC$ , делят их



Фиг. 19. Общий способ построения правильных многоугольников.

Фиг. 20. Нахождение радиуса дуги.

пополам и из середины  $E$  и  $F$  восстанавливают перпендикуляры. Точка  $O$  пересечения этих перпендикуляров и есть центр дуги, а  $R$  — ее радиус.

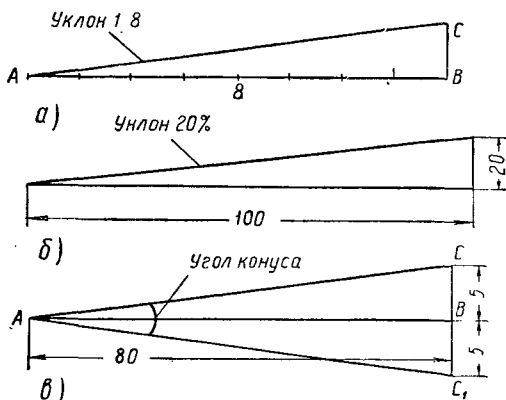
## 2. УКЛОНЫ И КОНУСНОСТЬ

**Уклоном** называется отношение катета  $CB$  к катету  $AB$ . Пусть требуется построить линию с уклоном  $1:8$  (фиг. 21, а). Для этого на горизонтальной прямой  $AB$  от точки  $A$  откладывают восемь равных отрезков произвольной длины. Из точки  $B$  восстанавливают перпендикуляр к  $AB$  и на нем откладывают отрезок  $BC$ , равный одному отрезку. Точку  $C$  соединяют с точкой  $A$ . Линия  $CA$  и есть линия, проведенная к линии  $AB$  с уклоном  $1:8$ .

Нет надобности откладывать на горизонтальной прямой отдельные отрезки, достаточно отложить конечную точку  $B$ . Беря два числа, отношение между которыми равно восьми, например 80 и 10, 40 и 5 и т. д., откладывают по горизонтали отрезок  $AB$ , соответствующий большему числу (80, 40), а по вертикали отрезок  $BC$ , соответствующий меньшему числу (10, 5).

Иногда уклоны выражают в процентах. В качестве примера на фиг. 21, б построен уклон в 20%; по горизонтали откладывают 100 мм, а по вертикали 20 мм. Очевидно, что построенный уклон и является заданным ( $20/100$ ).

Конусностью называется отношение диаметра окружности основания конуса к его высоте (фиг. 21, в). Для усеченного конуса — отношение разности диаметров окружностей в двух сечениях, перпендикулярных оси, к высоте.



Фиг. 21. Построение уклонов и конусностей.

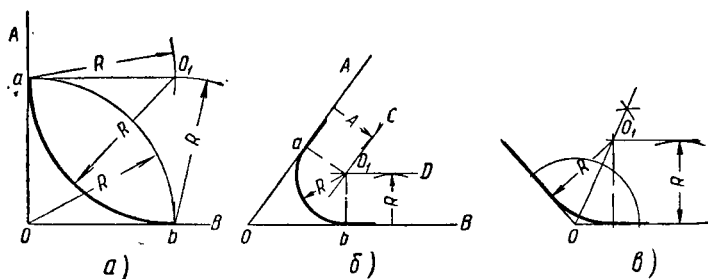
Для построения конусности, равной 1:8 (фиг. 21, в), откладывают по горизонтали отрезок  $AB$ , равный 80 мм, а по вертикали два отрезка  $BC$  и  $BC_1$ , равные 5 мм, вверх и вниз от точки  $B$ . Сумма этих двух отрезков равна диаметру основания конуса 10 мм. Угол  $CAC_1$  и представляет заданную конусность. Для конусов, применяемых в машиностроении, установлен ряд нормальных конусностей: 1:200, 1:100, 1:50, 1:30, 1:20, 1:15, 1:10, 1:8, 1:5, 1:3 и больших, обозначаемых по углу конуса (см. фиг. 21, в) 30, 45, 60, 75, 90 и 120°. Допускаются в особых случаях также конусности 1:1,5, 1:7, 1:12 и 1:10°.

### 3. ПОСТРОЕНИЕ СОПРЯЖЕНИЯ

#### Скругление углов

Скругление прямого угла  $AOB$  (фиг. 22, а) производится так. Находим центр скругления  $O_1$  и точки сопряжения  $a$  и  $b$ . Точки сопряжения находят, засекая стороны угла дугой, описанной из точки  $O$  радиусом, равным заданному радиусу скругления. Центр скругления  $O_1$  находят, делая засечки радиусом скругления из точек  $a$  и  $b$ .

Скругление острого угла (фиг. 22, б) производится несколько иначе. Для нахождения центра скругления проводят линии  $O_1C$  и  $O_1D$ , параллельные сторонам угла, на расстоянии, равном заданному радиусу скругления  $R$ . Точка  $O_1$  их пересечения и является центром скругления. Перпендикуляры  $O_1a$  и  $O_1b$  к сторонам угла определяют точки сопряжений.

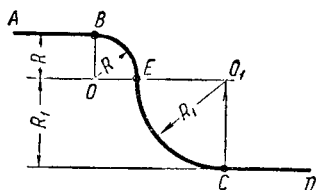


Фиг. 22. Скругление углов.

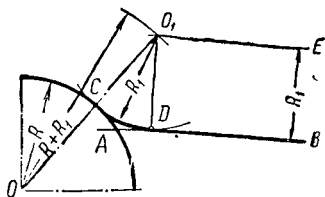
Скругление *тупого* угла производится точно так же, как и скругление острого. Можно скругление как острого, так и тупого углов сделать иначе, предварительно разделив эти углы пополам. Построение нетрудно понять из фиг. 22, в.

### Сопряжение параллельных прямых

Расстояние между параллельными линиями AB и CD (фиг. 23) равно сумме заданных сопрягаемых радиусов ( $R+R_1$ ). Чтобы построить сопряжение, проводится прямая O—O<sub>1</sub> на расстоянии R па-



Фиг. 23. Сопряжение параллельных прямых.



Фиг. 24. Сопряжение дуги окружности с прямой.

раллельно AB. Центр сопряжения O для радиуса R находится на пересечении перпендикуляра, восстановленного из точки B к прямой AB. Точка сопряжения E находится описыванием дуги радиусом R. Из точки E радиусом R<sub>1</sub> делается засечка на прямой O—O<sub>1</sub>, определяющая центр сопряжения O<sub>1</sub>. Из точки O<sub>1</sub> опускается перпендикуляр на прямую CD и точки E и C соединяются дугой радиуса R<sub>1</sub>.

### Сопряжение дуги окружности с прямой

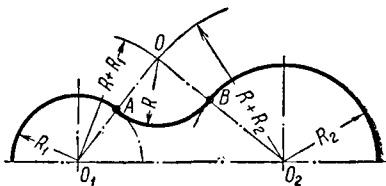
Для построения сопряжения дуги радиуса R, имеющей центр O, с прямой AB заданным радиусом R<sub>1</sub> (фиг. 24) необходимо найти центр сопряжения O<sub>1</sub> и точки сопряжения C и D. Из центра O описывается дуга радиусом, равным сумме радиусов  $R+R_1$ , и параллельно AB на расстоянии R<sub>1</sub> проводится вспомогательная прямая O<sub>1</sub>E до



пересечения с дугой в точке  $O_1$ . Найденную таким образом точку  $O_1$  соединяют с центром  $O$  и определяют точку сопряжения  $C$ . Для нахождения точки  $D$  из центра  $O_1$  опускают на линию  $AB$  перпендикуляр  $O_1D$ . Радиусом  $R_1$  из центра  $O_1$  сопрягают дугой точки  $C$  и  $D$ .

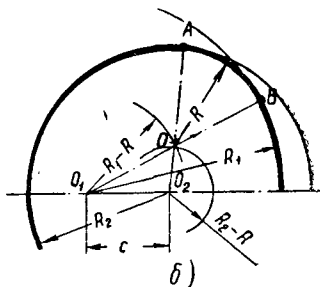
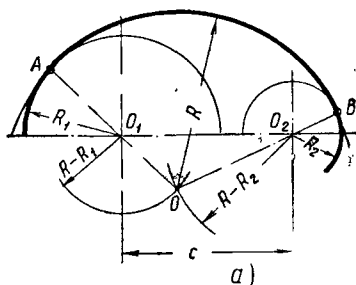
### Сопряжение дуг окружностей

Для построения внешнего сопряжения (фиг. 25) необходимо найти центр  $O$  и точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Для нахождения центра  $O$  из центра  $O_1$  проводится дуга радиуса  $R+R_1$  ( $R$  — заданный радиус сопряжения), а из центра  $O_2$  — дуга радиуса  $R+R_2$ . Пересечение этих дуг определяет центр  $O$ . Центры  $O_1$  и  $O_2$  соединяются прямыми с центром  $O$ , и на пересечении этих прямых с соответствующими дугами находятся точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Полученные точки  $A$  и  $B$  сопрягаются дугой радиуса  $R$ .



Фиг. 25. Внешнее сопряжение дуг окружностей.

Для построения внутреннего сопряжения (фиг. 26) также необходимо найти центр сопряжения  $O$  и точки сопряжения  $A$  и  $B$ . Построение производится различно в зависимости от того, будет ли расстояние между центрами  $O_1O_2$  больше (фиг. 26, а) или меньше (фиг. 26, б) суммы радиусов заданных окружностей  $R_1+R_2$ .



Фиг. 26. Внутреннее сопряжение дуг окружностей.

В первом случае ( $c > R_1 + R_2$ ) для нахождения центра  $O$  проводится из центра  $O_1$  дуга радиуса  $R-R_1$  ( $R$  — заданный радиус сопряжения), а из центра  $O_2$  — дуга радиуса  $R-R_2$ . В точке пересечения этих дуг находится центр сопряжения. Точки  $A$  и  $B$  получаются на пересечении соответствующих дуг с прямыми  $O-O_1$  и  $O-O_2$ .

Во втором случае ( $c < R_1 + R_2$ ) поступают так же (фиг. 26, б), но проводят из центров  $O_1$  и  $O_2$  дуги радиусов  $R_1-R$  и  $R_2-R$  ( $R$  — заданный радиус сопряжения).

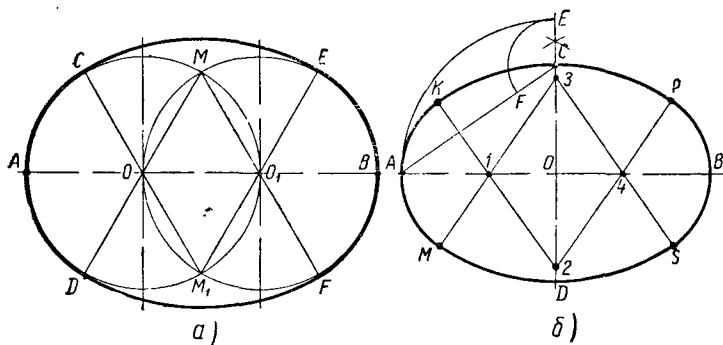
## 4. ПОСТРОЕНИЕ ОВАЛОВ И ЭЛЛИПСОВ

### Построение овалов

Существует несколько способов построения овалов.

При построении овала *по данной оси* (фиг. 27, а) ось  $AB$  делят на три равные части  $AO$ ,  $OO_1$  и  $O_1B$ . Одну такую часть принимают за радиус и из точек  $O$  и  $O_1$  проводят окружности, точки пересечения которых  $MM_1$  соединяют с центрами  $O$  и  $O_1$  прямыми линиями и продолжают до пересечения с окружностями в точках  $C$ ,  $D$ ,  $E$  и  $F$ . Эти точки и являются точками окончательных сопряжений, проводимых равными радиусами  $MF$  и  $M_1C$ .

Делением оси овала на большее число частей можно получить более сплюснутую его форму.



Фиг. 27. Построение овалов.

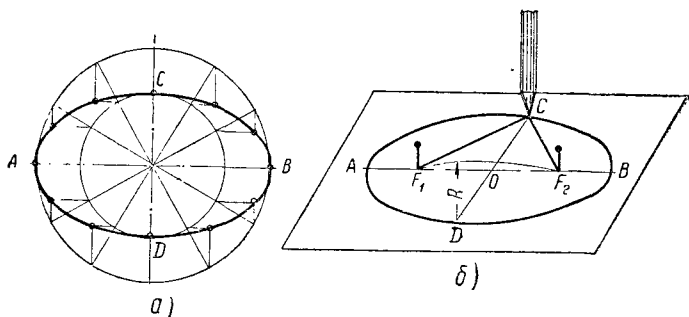
При построении овала *по двум осям* (фиг. 27, б) на двух взаимно-перпендикулярных линиях  $AB$  и  $CD$  от точки их пересечения  $O$  откладывают половины длины и ширины овала. Соединяют концы осей прямой  $AC$ . Радиусом, равным большой полуоси  $AO$ , засекают из центра  $O$  на продолжении малой оси  $CD$  точку  $E$ . Радиусом  $CE$  (разность полуосей) засекают на прямой  $AC$  точку  $F$ . Проводят перпендикуляр  $KI$  через середину отрезка  $AF$ ; он пересечет оси овала в точках  $1$  и  $2$ , которые будут искомыми центрами. Отложив расстояние  $O2$  вверх, получим центр сопряжения  $3$  нижней части овала; отложив  $O1$  вправо, получим центр  $4$ . Таким образом, мы имеем четыре центра ( $1, 2, 3, 4$ ), пользуясь которыми можно вычертить овал. Из центров  $1$  и  $4$  описываем дуги  $KM$  и  $PS$ , из центра  $2$  и  $3$  — дуги  $KCP$  и  $MDS$ , сопрягающиеся с первыми дугами.

### Построение эллипсов

При построении эллипса по главным осям (фиг. 28, а) на большой  $AB$  и малой  $CD$  осях, как на диаметрах, строят две вспомогательные окружности и делят их на некоторое одинаковое число

частей (например, на 12). Затем из точек деления малой окружности проводят прямые параллельно большой оси  $AB$ , а из соответствующих точек деления большой окружности проводят прямые параллельно малой оси  $CD$  эллипса. Пересечением этих прямых получают ряд точек эллипса, которые и соединяют между собой по лекалу.

**Практический способ** построения эллипса (фиг. 28, б) основан на том, что сумма расстояния любой точки эллипса до его фокусов ( $F_1$  и  $F_2$ ) есть постоянная величина, равная большой оси эллипса  $AB$ .



Фиг. 28. Построение эллипсов.

Поэтому, если закрепить концы нити (или тонкого шпагата) длиной, равной  $AB$ , в фокусах  $F_1$  и  $F_2$  (забив в фокусы гвозди) и натянуть нить концом карандаша, то при своем движении карандаш опишет эллипс.

Положение фокусов легко найти, если известны большая и малая оси эллипса. Для этого из конца  $D$  малой оси засекается большая ось дугой, радиус которой равен половине большой оси ( $R=AO=OB$ ).

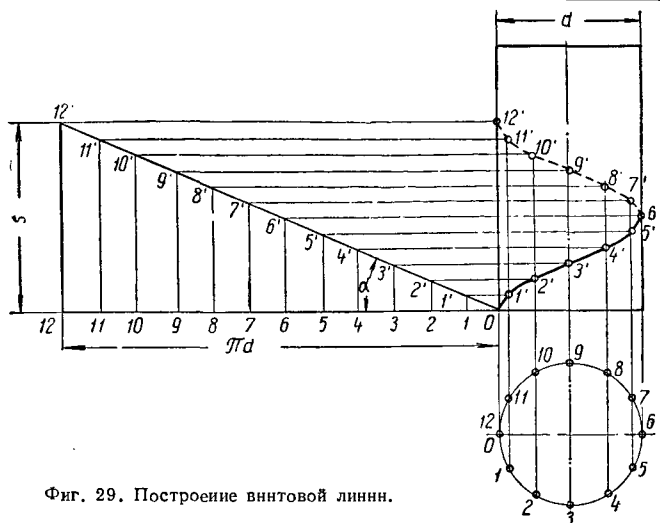
## 5. РЕЗЬБА

### Построение винтовой линии

Если прямоугольный треугольник обогнуть вокруг цилиндра (фиг. 29), то гипотенуза треугольника образует на поверхности цилиндра винтовую линию, обозначенную точками  $O, 1', 2' \dots 12'$ .

Один катет треугольника должен быть равен длине окружности цилиндра  $\pi d$ , другой — шагу  $s$  винтовой линии ( $s = \pi d \operatorname{tg} \alpha$ ), а угол  $\alpha$  заключенный между гипотенузой и катетом, равным  $\pi d$ , — углу подъема винтовой линии. Длина винтовой линии может быть измерена по развертке как гипотенуза или подсчитана по формуле  $L = \sqrt{s^2 + (\pi d)^2}$ .

На фиг. 29 показано построение правой однозаходной винтовой линии. Многозаходные винтовые линии получаются так же, как однозаходные. Разница лишь в том, что начала последующих винтовых линий сдвинуты по отношению к первой на определенный угол. Например, для двухзаходной винтовой линии начало второй винтовой линии сдвинуто по отношению к первой на  $180^\circ$ , для трехзаходной — на  $120^\circ$  и т. д.



Фиг. 29. Построение винтовой линии.

### Типы резьбы и ее обозначение

Ниже приводятся табл. 18—22, которыми приходится пользоваться при изготовлении моделей, для перевода обозначений резьбы, указанных в чертежах, на размеры в миллиметрах.

**Пример.** Размер резьбового отверстия обозначен ТРАП 90×12. Для выполнения в отливке отверстия под резьбу необходимо знать внутренний диаметр резьбы. По табл. 21 внутренний диаметр  $d_1' = 78$  мм. Кроме этого, при изготовлении моделей приходится применять всевозможные болтовые соединения.

Резьба должна выполняться 2 и 3 класса точности с допусками, указанными в ГОСТ 9253—59. 2 класс точности разрешается применять только в тех случаях, когда требуется получить более плотное соединение или когда это предписывается особыми техническими требованиями.

При выборе диаметра  $d$  следует предпочитать первый ряд второму (для резьбы с крупным шагом по табл. 18; для резьбы с мелким шагом (табл. 19) — первый ряд второму, а второй — третьему. При выборе шага  $S$  у мелкой резьбы следует предпочитать более крупный шаг. Обозначается резьба на чертежах следующим образом:

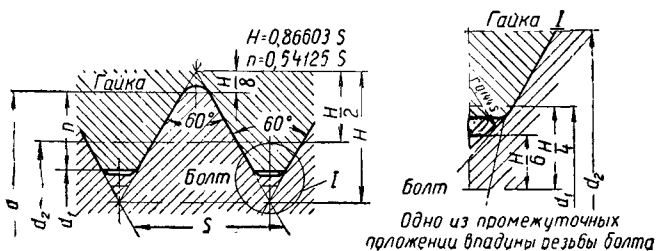
- 1) резьба с крупным шагом с  $d = 16$  мм,  $S = 2$  мм, 2 класса точности правой: М16 кл. 2, то же — левой: М16 кл. 2 лев.
- 2) резьба с мелким шагом с  $d = 16$  мм,  $S = 1,5$  мм, 2 класса точности правой: М16×1,5 кл. 2, то же — левой: М16×1,5 кл. 2 лев.
- 3) класс точности в обозначении резьбы на чертежах не указывается.

Расчетная площадь сечения болта  $F$  подсчитана по его номинальному диаметру, определенному по формуле (ГОСТ 9150—59).

$$d_{\text{ном}} = d - \left( 2h + \frac{1}{6}H \right) = d - 1,2269S.$$

Таблица 18

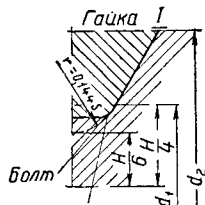
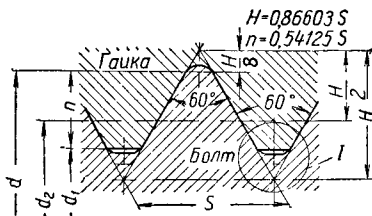
Резьба метрическая с крупными шагами для диаметров от 2 до 64 мм  
(ГОСТ 9150—59)



Диаметр резьбы $d$		Шаг резьбы $S$	Средний диаметр $d_2$	Болты и гайки внутренний диаметр $d_1$	Высота профиля $h$	Расчетная площадь сечения болта $F$ , $\text{см}^2$
1 ряд	2 ряд					
2	—	0,4	1,740	1,567	0,216	0,018
3	—	0,5	2,675	2,459	0,270	0,045
4	—	0,7	3,546	3,242	0,379	0,077
5	—	0,8	4,480	4,134	0,433	0,130
6	—	1	5,350	4,918	0,541	0,179
8	—	1,25	7,188	6,647	0,676	0,328
10	—	1,5	9,026	8,376	0,812	0,524
12	—	1,75	10,863	10,106	0,947	0,764
—	14	2	12,701	11,835	1,082	1,05
16	—	2	14,701	13,835	1,082	1,45
—	18	2,5	16,376	15,294	1,353	1,76
20	—	2,5	18,376	17,294	1,353	2,26
—	22	2,5	20,376	19,294	1,353	2,81
24	—	3	22,051	20,752	1,624	3,35
—	27	3	25,051	23,752	1,624	4,27
30	—	3,5	27,727	26,211	1,894	5,20
36	—	4	33,402	31,670	2,165	7,60
42	—	4,5	39,077	37,129	2,435	10,5
48	—	5	44,752	42,587	2,706	13,8
56	—	5,5	52,428	50,046	2,977	19,4
64	—	6	60,103	57,505	3,247	25,2

Таблица 19

Резьба метрическая с мелкими шагами для диаметров от 5 до 600 мм  
(ГОСТ 9150—59)



Одно из промежуточных положений впадины резьбы болта

Диаметр резьбы $d$			Шаг резьбы	Средний диаметр	Болт и гайка	Высота профиля	Расчетная площадь сечения бол- та $F$ , см <sup>2</sup>
1 ряд	2 ряд	3 ряд	$S$	$d_2$	внутрен- ний диа- метр $d_1$	$h$	
5	—	—	0,5	4,675	4,459	0,270	0,150
6	—	—	0,75	5,513	5,188	0,406	0,203
8	—	—	1	7,350	6,918	0,541	0,360
10	—	—	1	9,350	8,918	0,541	0,604
12	—	—	1,5	11,026	10,376	0,812	0,817
12	—	—	1,25	11,188	10,647	0,676	0,870
—	14	—	1,5	13,026	12,376	0,812	1,15
—	14	—	1	13,350	12,918	0,541	1,29
16	—	—	1,5	15,026	14,376	0,812	1,58
16	—	—	1	15,350	14,918	0,541	1,72
—	18	—	1,5	17,026	16,376	0,812	2,06
—	18	—	1	17,350	16,918	0,541	2,22
20	—	—	1,5	19,026	18,376	0,812	2,60
20	—	—	1	19,350	18,918	0,541	2,78
—	22	—	1,5	21,026	20,376	0,812	3,21
—	22	—	1	21,350	20,918	0,541	3,40
—	22	—	0,75	21,513	21,188	0,406	3,50
24	—	—	2	22,701	21,835	1,082	3,66
24	—	—	1,5	23,026	22,376	0,812	3,87
—	27	—	2	25,701	24,835	1,082	4,75
—	27	—	1,5	26,026	25,376	0,812	4,99
—	27	—	1	26,350	25,918	0,541	5,23
30	—	—	2	28,701	27,835	1,082	5,98
30	—	—	1,5	29,026	28,376	0,812	6,25
30	—	—	1	29,350	28,918	0,541	6,51
—	33	—	2	31,701	30,835	1,082	7,35
—	33	—	1,5	32,026	31,376	0,812	7,65
36	—	—	3	34,051	32,752	1,624	8,19
36	—	—	2	34,701	33,835	1,082	8,87
36	—	—	1,5	35,026	34,376	0,812	9,19
—	39	—	3	37,051	35,752	1,624	9,79
—	39	—	2	37,701	36,835	1,082	10,46
—	39	—	1,5	38,026	37,376	0,812	10,87
42	—	—	3	40,051	38,752	1,624	11,52
42	—	—	1,5	41,026	40,376	0,812	12,66
—	45	—	3	43,051	41,752	1,624	13,39
—	45	—	2	43,701	42,835	1,082	14,25
—	45	—	1,5	44,026	43,376	0,812	14,66
48	—	—	3	46,051	44,752	1,624	15,41

Таблица 19 (продолжение)

Диаметр резьбы $d$			Шаг резьбы	Средний диаметр	Болт и гайка	Высота профиля	Расчетная площадь се- чения болта $F, \text{см}^2$
1 ряд	2 ряд	3 ряд	$S$	$d_2$	внутрен- ний диа- метр $d_1$	$h$	
48	—	—	2	46,701	45,835	1,082	16,33
48	—	—	1,5	47,026	46,376	0,812	16,76
—	52	—	3	50,051	48,752	1,624	18,32
—	52	—	2	50,701	49,835	1,082	19,32
—	52	—	1,5	51,026	50,376	0,812	19,79
56	—	—	4	53,402	51,670	2,165	20,51
56	—	—	3	54,051	52,752	1,624	21,48
56	—	—	2	54,701	53,835	1,085	22,56
56	—	—	1,5	55,026	54,376	0,812	23,07
—	60	—	4	57,402	55,670	2,165	23,84
—	60	—	3	58,051	56,752	1,624	24,89
—	60	—	2	58,701	57,835	1,082	26,06
—	60	—	1,5	59,026	58,376	0,812	26,60
64	—	—	4	61,402	59,670	2,165	27,43
64	—	—	3	62,051	60,752	1,624	28,56
64	—	—	2	62,701	61,835	1,082	29,80
64	—	—	1,5	63,026	62,376	0,812	30,39
—	68	—	4	65,402	63,670	2,165	31,27
—	68	—	2	66,701	65,835	1,082	33,74
—	68	—	1,5	67,026	66,376	0,812	34,41
72	—	—	6	68,103	65,505	3,247	32,77
72	—	—	4	69,402	67,670	2,165	35,36
72	—	—	3	70,051	68,752	1,624	36,64
72	—	—	2	70,701	69,835	1,082	38,05
72	—	—	1,5	71,026	70,376	0,812	38,70
—	76	—	6	72,103	69,505	3,247	36,96
—	76	—	4	73,402	71,670	2,165	39,70
—	76	—	3	74,051	72,752	1,624	41,05
—	76	—	2	74,701	73,835	1,082	42,54
—	76	—	1,5	75,026	74,376	0,812	43,24
80	—	—	6	76,103	73,505	3,247	41,39
80	—	—	4	77,402	75,670	2,165	44,29
80	—	—	3	78,051	76,752	1,624	45,72
80	—	—	2	78,701	77,835	1,082	47,29
80	—	—	1,5	79,026	78,379	0,812	48,03
—	85	—	6	81,103	78,505	3,247	47,29
—	85	—	4	82,402	80,670	2,165	50,39
—	85	—	3	83,051	81,752	1,624	51,91
—	85	—	2	83,701	82,835	1,082	53,58
—	85	—	1,5	84,026	83,376	0,812	54,36
90	—	—	6	86,103	83,505	3,247	53,58
90	—	—	4	87,402	85,670	2,165	56,88
90	—	—	2	88,701	87,835	1,082	60,27
90	—	—	1,5	89,026	88,376	0,812	61,09
—	95	—	6	91,103	88,505	3,247	60,27
—	95	—	4	92,402	90,670	2,165	63,76
—	95	—	2	93,701	92,835	1,082	67,34
—	95	—	1,5	94,026	93,376	0,812	68,22
100	—	—	6	96,103	93,505	3,247	67,34
100	—	—	4	97,402	95,670	2,165	71,03
100	—	—	2	98,701	97,835	1,082	74,81
100	—	—	1,5	99,026	98,376	0,812	75,74
—	105	—	4	102,402	100,670	2,165	78,53
—	105	—	2	103,701	102,835	1,082	83,32
110	—	—	4	107,402	105,670	2,165	86,59
110	—	—	2	108,701	107,835	1,082	91,61
—	115	—	6	111,103	108,505	3,247	91,61

Таблица 19 (продолжение)

Диаметр резьбы $d$			Шаг резьбы	Средний диаметр	Болт и гайка	Высота профиля	Расчетная площадь се- чения болта $F, \text{см}^2$
1 ряд	2 ряд	3 ряд	$S$	$d_2$	внутрен- ний диа- метр $d_1$	$h$	
—	115	—	4	112,402	110,670	2,165	95,03
—	115	—	3	113,051	111,752	1,624	96,77
—	115	—	2	113,701	112,835	1,082	100,3
—	120	—	4	117,402	115,670	2,165	103,9
—	120	—	2	118,701	117,835	1,082	109,4
125	—	—	6	121,103	118,505	3,247	109,4
125	—	—	4	122,402	120,670	2,165	113,1
125	—	—	2	123,701	122,835	1,082	118,6
—	130	—	6	126,103	123,505	3,247	118,8
—	130	—	4	127,402	125,670	2,165	122,7
—	130	—	3	128,051	126,752	1,624	124,7
—	130	—	2	128,701	127,835	1,082	128,7
—	—	135	6	131,103	128,505	3,247	128,7
—	—	135	4	132,402	130,670	2,165	132,7
—	—	135	2	133,701	132,835	1,082	138,9
140	—	—	6	136,103	133,505	3,247	138,9
140	—	—	4	137,402	135,670	2,165	143,1
140	—	—	2	138,701	137,835	1,082	149,6
—	—	145	4	142,402	140,670	2,165	153,9
—	—	145	2	143,701	142,835	1,082	159,5
—	150	—	6	146,103	143,505	3,247	160,6
—	150	—	4	147,402	145,670	2,165	165,1
—	150	—	2	148,701	147,835	1,082	172,0
—	—	155	4	152,402	150,670	2,165	176,7
—	—	155	2	153,701	152,835	1,082	182,0
160	—	—	6	156,103	153,505	3,247	183,8
160	—	—	4	157,402	155,670	2,165	188,7
160	—	—	3	158,051	156,752	1,624	191,1
160	—	—	2	158,701	157,835	1,082	196,0
—	—	165	4	162,402	160,670	2,165	201,1
—	—	165	2	163,701	162,835	1,082	208,7
—	170	—	4	167,402	165,670	2,165	213,8
—	170	—	3	168,051	166,752	1,624	216,4
—	170	—	2	168,701	167,835	1,082	220,0
—	—	175	6	171,103	168,505	3,247	221,7
—	—	175	4	172,402	170,670	2,165	227,0
—	—	175	2	173,701	172,835	1,082	235,0
180	—	—	4	177,402	175,670	2,165	240,1
180	—	—	3	178,051	176,752	1,624	243,3
180	—	—	2	178,701	177,835	1,082	248,8
—	—	185	4	182,402	180,670	2,165	254,5
—	—	185	2	183,701	182,835	1,082	261,5
—	190	—	6	186,103	183,505	3,247	263,0
—	190	—	4	187,402	185,670	2,165	268,8
—	190	—	3	188,051	186,752	1,624	271,7
—	190	—	2	188,701	187,835	1,082	277,6
—	—	195	4	192,402	190,670	2,165	283,5
—	—	195	2	193,701	192,835	1,082	290,5
200	—	—	6	196,103	193,505	3,247	292,6
200	—	—	4	197,402	195,670	2,165	298,6
200	—	—	3	198,051	196,752	1,624	301,7
200	—	—	2	198,701	197,835	1,082	307,9
—	—	205	3	203,051	201,752	1,624	317,3
—	—	—	3	208,051	206,752	1,624	336,5
—	—	215	6	211,103	208,505	3,247	343,0
—	—	215	4	212,402	210,670	2,165	346,3
220	—	—	6	216,103	213,505	3,247	356,3
—	—	225	4	222,402	220,670	2,165	380,1
—	—	230	3	228,051	226,752	1,624	401,1

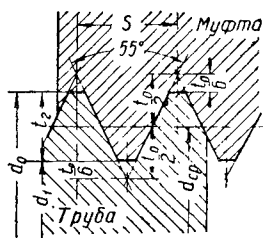


Таблица 19 (окончание)

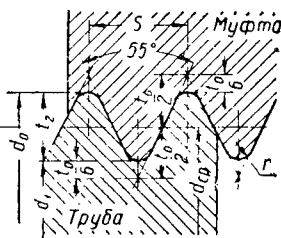
Диаметр резьбы $d$			Шаг резьбы	Средний диаметр	Болт и гайка	Высота профиля	Расчетная площадь се- чения болта $F$ , см <sup>2</sup>
1 ряд	2 ряд	3 ряд	$S$	$d_2$	внутрен- ний диа- метр $d_1$	$h$	
—	240	—	6	236,103	233,505	3,247	426,0
—	240	—	4	237,402	235,670	2,165	433,7
—	240	—	3	238,051	236,752	1,624	437,4
250	—	—	4	247,402	245,670	2,165	471,4
250	—	—	3	248,051	246,752	1,624	475,3
—	260	—	6	256,103	253,505	3,247	502,7
—	—	265	4	262,402	260,670	2,165	530,9
280	—	—	6	276,103	273,505	3,247	585,3
280	—	—	4	277,402	275,670	2,165	593,9
—	—	295	4	292,402	290,670	2,165	665,1
—	300	—	6	296,103	293,505	3,247	674,2
—	—	310	4	307,402	305,670	2,165	730,6
320	—	—	6	316,103	313,505	3,247	764,5
320	—	—	4	317,402	315,670	2,165	779,3
—	—	330	4	327,402	325,670	2,165	829,6
—	340	—	6	336,103	333,505	3,247	870,9
—	340	—	4	337,402	335,670	2,165	881,4
360	—	—	6	356,103	353,505	3,247	978,6
360	—	—	4	357,402	355,670	2,165	989,8
—	380	—	6	376,103	373,505	3,247	1087
400	—	—	6	396,103	393,505	3,247	1213
—	420	—	6	416,103	413,505	3,247	1339
—	—	440	6	436,103	433,505	3,247	1473
450	—	—	6	446,103	443,505	3,247	1541
—	—	470	6	466,103	463,505	3,247	1683
—	480	—	6	476,103	473,505	3,247	1757
500	—	—	6	496,103	493,505	3,247	1908
—	520	—	6	516,103	513,505	3,247	2066
550	—	—	6	546,103	543,505	3,247	2315
600	—	—	6	596,103	593,505	3,247	2762

Таблица 20

## Резьба трубная цилиндрическая (ГОСТ 6357—52)



Профиль прямой



Профиль закругленный

$$t_0 = 0,96049S$$

$$t_2 = 0,6503S$$

$$r = 0,13733S$$

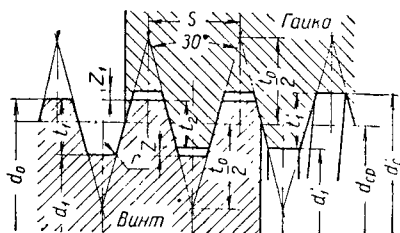
Обозначение резьбы, дюймы	Диаметр резьбы, мм			Шаг резьбы, мм	Число ниток		Высота профиля, мм	Радиус, мм
	наружный	внутренний	средний		на 1"	на 127 мм		
<i>d</i>	<i>d</i> <sub>0</sub>	<i>d</i> <sub>1</sub>	<i>d</i> <sub>ср</sub>	<i>S</i>			<i>t</i> <sub>2</sub>	<i>r</i>
(1/8)	9,729	8,567	9,148	0,907	28	140	0,581	0,125
1/4	13,158	11,446	12,302	1,337	19	95	0,856	0,184
3/8	16,663	14,951	15,807	1,337	19	95	0,856	0,184
1/2	20,956	18,632	19,794	1,814	14	70	1,162	0,249
(5/8)	22,912	20,518	21,750					
3/4	26,442	24,119	25,281					
(7/8)	30,202	27,878	29,040					
1	33,250	30,293	31,771	2,309	11	55	1,479	1,317
(1 1/8)	37,898	34,941	36,420					
1 1/4	41,912	38,954	40,433					
(1 3/8)	44,325	41,367	42,846					
1 1/2	47,805	44,847	46,326					
1 3/4	53,748	50,791	52,270					
2	59,616	56,659	58,137					
(2 1/4)	65,712	62,755	64,234					
2 1/2	75,187	72,230	73,708					
(2 3/4)	81,537	78,580	80,058					
3	87,887	84,930	86,409					
(3 1/4)	93,984	91,026	92,505					
3 1/2	100,334	97,376	98,855					
(3 3/4)	106,684	103,727	105,205					
4	113,034	110,077	111,556					

Примечания: 1. Диаметры резьбы, взятые в скобки, по возможности не применять.

2. Радиус закругления относится только к резьбе с закругленным профилем

Таблица 21

## Резьба трапецеидальная крупная и нормальная



$$\begin{aligned}
 t_0 &= 1,866S & d_{cp} &= d_0 - 0,5S \\
 t_1 &= t'_1 = 0,5S + z & d_1 &= d_0 - 2t_1 \\
 t_2 &= 0,5S & d_0' &= d_0 + 2z_1 \\
 z_1 &= z & d_1' &= d_0 - S
 \end{aligned}$$

Размеры в мм

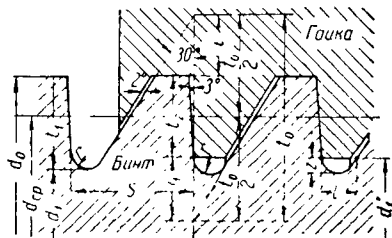
Резьба нормальная						Резьба крупная					
винт		винт и гайка		гайка		винт		винт и гайка		гайка	
диаметр резьбы		средний диаметр	шаг резьбы	диаметр резьбы		диаметр резьбы		средний диаметр	шаг резьбы	диаметр резьбы	
наруж- ный	внут- рен- ный			наруж- ный	внут- рен- ный	наруж- ный	внут- рен- ный			наруж- ный	внут- рен- ный
$d_0$	$d_1$	$d_{cp}$	$S$	$d_0'$	$d_1'$	$d_0$	$d_1$	$d_{cp}$	$S$	$d_0'$	$d_1'$
22	16	19,5	5	23	17	22	13	18	8	23	14
24	18	21,5		25	19	24	15	20		25	16
26	20	23,5		27	21	26	17	22		27	18
28	22	25,5		29	23	28	19	24		29	20
30	23	27		31	24	30	19	25		31	20
32	25	29	6	33	26	32	21	27	10	33	22
36	29	33		37	30	36	25	31		37	26
40	33	37		41	34	40	29	35		41	30
44	35	40		45	36	44	31	38		45	32
48	39	44		49	40	48	35	42		49	36
50	41	46	8	51	42	50	37	44	12	51	38
52	43	48		53	44	52	39	46		53	40
55	46	51		56	47	55	42	49		56	43
60	51	56		61	52	60	47	54		61	48
65	54	60		66	55	65	47	57		67	49
			10						16		

Таблица 21 (окончание)

Резьба нормальная						Резьба крупная					
винт		винт и гайка		гайка		винт		винт и гайка		гайка	
диаметр резьбы		средний диаметр	шаг резьбы	диаметр резьбы		диаметр резьбы		средний диаметр	шаг резьбы	диаметр резьбы	
наруж- ный	внутрен- ный			наруж- ный	внутрен- ный	наруж- ный	внутрен- ный			наруж- ный	внутрен- ный
$d_0$	$d_1$	$d_{cp}$	$S$	$d_0'$	$d_1'$	$d_0$	$d_1$	$d_{cp}$	$S$	$d_0'$	$d_1'$
70	59	65	10	71	60	70	52	62	16	72	54
75	64	70		76	65	75	57	67		77	59
80	69	75		81	70	80	62	72		82	64
85	72	79		86	73	85	63	75		87	65
90	77	84		91	78	90	68	80		92	70
95	82	89	12	96	83	95	73	85	20	97	75
100	87	94		101	88	100	78	90		102	80
110	97	104		111	98	110	88	100		112	90
120	102	112		122	104	120	94	108		122	96
130	112	122		132	114	130	104	118		132	106
140	122	132	16	142	124	140	114	128	24	142	116
150	132	142		152	134	150	124	138		152	126
160	142	152		162	144	160	134	148		162	136
170	152	162		172	154	170	144	158		172	146
$S$		$t_1=t_1'$		$t_2$		$z=z'$		$r$			
8		4,5		4		0,5		0,25			
10		5,5		5		0,5		0,25			
12		6,5		6		0,5		0,25			
16		9		8		1		0,5			
20		11		10		1		0,5			
24		13		12		1		0,5			
32		17		16		1		0,5			
40		21		20		1		0,5			

Таблица 22

Резьба упорная крупная одноходовая (ОСТ ВКС 7739)



$$t_0 = 1,73205 S \quad i = 0,52507 S$$

$$t_1 = t_2 + z \quad i_1 = 0,45698 S$$

$$t_2 = 0,75 S \quad z = 0,11777 S$$

$$l = 0,26384 S \quad r = 0,12427 S$$

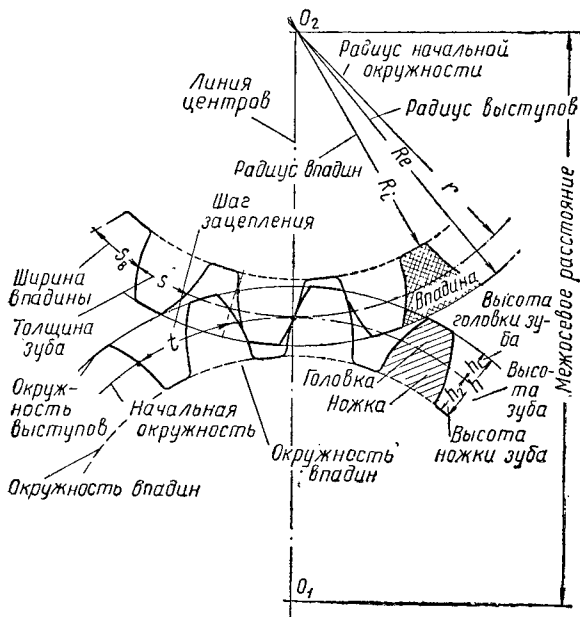
Винт и гайка		Гайка	Винт		Шаг, мм	Глубина, мм	Рабочая глубина, мм	Зазор, мм		Радиус закругления, мм
диаметр резьбы, мм										
наружный	средний	внутренний	внутренний	Площадь сечения стержня $F, \text{см}^2$						
$d_0$	$d_{cp}$	$d_1'$	$d_1$							
80	69,089	56	52,232	21,43	16	13,884	12	4,221	1,884	1,988
90	76,362	60	55,290	24,01	20	17,355	15	5,277	2,355	2,485
100	86,362	70	65,290	33,48						
120	103,634	84	78,348	48,21	24	20,826	18	6,332	2,826	2,982
140	123,634	104	98,348	75,97						
160	143,634	124	118,348	110,01						
180	158,179	132	124,462	121,66	32	27,769	24	8,443	3,769	3,977
200	178,179	152	144,462	163,91						
220	198,179	172	164,462	212,43						
250	222,724	190	180,578	256,11	40	34,711	30	10,554	4,711	4,971
280	252,724	220	210,578	348,27						
300	272,724	240	230,578	417,57						
320	287,268	248	236,694	440,01	48	41,653	36	12,664	5,653	5,965
350	317,268	278	266,694	558,62						
380	347,268	308	296,694	691,37						
400	367,268	328	316,694	787,72						

Примечание. Для многоходовой упорной резьбы применяются те же профили, что и для одноходовой.

## 6. ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ПРОФИЛЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

## Элементы зубчатых колес

Цилиндрические зубчатые колеса. Вычерчивание цилиндрических зубчатых колес (цилиндрических шестерен) производится по ГОСТ 3460—59. Зубья колес вычерчиваются тремя условными окружностями (фиг. 30): окружностью выступов, окружностью впадин и начальной окружностью. При условном изображении цилиндрических зубчатых колес окружность выступов радиуса  $R_e$  (диаметра  $D_e$ ) вычерчивается сплошной контурной линией; окружность впадин радиуса  $R_i$  (диаметра  $D_i$ ) — штриховой линией; начальная окружность радиуса  $r$  (диаметра  $d$ ) — штрих-пунктирной линией.



Фиг. 30. Вычерчивание профиля зубьев цилиндрических зубчатых колес.

Начальная окружность диаметра  $d$  проходит между окружностями выступов и впадин и делит зуб по высоте на две части. Верхнюю часть высотой  $h_1$  называют головкой зуба, а нижнюю высотой  $h_2$  — ножкой. Таким образом, полная высота зуба  $h = h_1 + h_2$ .

Размер зуба  $S$  по начальной окружности называют толщиной зуба, а расстояние  $S_g$ , измеренное по дуге начальной окружности, — шириной впадины. Сумму  $S + S_g = t$  называют шагом зацепления.

Толщину зуба для литых зубьев принимают равной  $S = \frac{19}{40} t$ , а для зубьев, подвергнутых обработке,  $S = \frac{39}{80} t$ .

Зависимость между шагом  $t$ , числом зубьев  $z$  и диаметром начальной окружности  $d$  выражается формулой

$$d = \frac{t}{\pi} z. \quad (25)$$

Отношение шага  $t$  к числу  $\pi$  называется *модулем зацепления*  $m$

$$m = \frac{t}{\pi}, \quad (26)$$

и тогда формула (25) примет вид

$$d = mz. \quad (27)$$

Из формулы (27) модуль можно выразить как отношение диаметра начальной окружности  $d$  к числу зубьев  $z$

$$m = \frac{d}{z}. \quad (28)$$

Модуль является основным параметром зубчатых зацеплений. Модули зубчатых передач стандартизированы. Были установлены следующие модули: 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,25; 2,5; (2,75); 3; (3,25); 3,5; (3,75); 4; (4,25); 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 33; 36; 39; 42; 45; 50; последующие модули кратны 5 мм. Модули, взятые в скобки, рекомендуется по возможности не применять. Высоту головки и ножки зуба можно выразить через модуль  $m$ . В прямозубых колесах применяются чаще всего следующие соотношения:  $h_1 = m$ ;  $h_2 = 1,2 m$ . Для косозубых и шевронных колес принимают  $h_1 = 0,8 m$ ;  $h_2 = m$ .

Когда необходимо сделать чертеж по готовой шестерне (с натуры), то определение диаметра начальной окружности  $d$  производится измерением высоты зуба  $h$  и подсчетом количества зубьев  $z$ .

Измерив высоту  $h$  и определив модуль  $m$  из соотношения  $h = h_1 + h_2 = m + 1,2 m = 2,2 m$ , вычисляют диаметр начальной окружности  $d$  по формуле (25). Правильность вычисления диаметра  $d$  можно проверить так: измерить диаметр окружности выступов  $D_e$  и затем из формулы

$$D_e = m(z + 2) \quad (29)$$

определить модуль  $m$ . Если значение вычисленного по формуле (29) модуля равно значению модуля, полученному путем измерения высоты зуба  $h$ , то диаметр начальной окружности  $d$  определен правильно.

Диаметр окружности впадин  $D_i$  определяется по формуле

$$D_i = d - 2h_2 = m(z - 2,4). \quad (30)$$

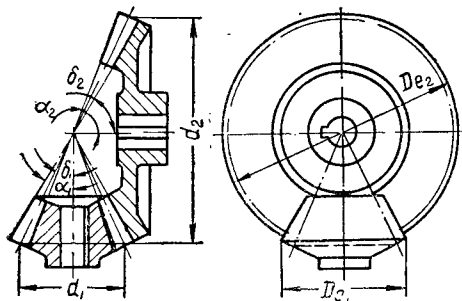
Для вычерчивания зубчатого колеса необходимо знать модуль  $m$  и количество зубьев  $z$ , остальные величины определяются подсчетом.

Пусть, например, дано:  $z = 12$  и  $m = 15$ . Требуется определить  $d$ ,  $D_e$  и  $D_i$ . Пользуясь приведенными выше формулами, определяем:

- по формуле (27)  $d = mz = 15 \cdot 12 = 180$  мм;
- по формуле (29)  $D_e = m(z + 2) = 15(12 + 2) = 210$  мм;
- по формуле (30)  $D_i = m(z - 2,4) = 15(12 - 2,4) = 144$  мм.

При вычерчивании зубчатого зацепления необходимо, чтобы начальные окружности обоих зубчатых колес имели точку касания на линии центров зубчатых колес и чтобы между окружностью выступов одного колеса и окружностью впадин другого колеса был радиальный зазор, равный  $0,2 m$ .

**Конические зубчатые колеса.** Конические зубчатые колеса (конические шестерни) применяются в тех случаях, когда вращательное



Чиг. 31. Конические зубчатые колеса.

движение от ведущего осуществляется под каким-либо углом, чаще всего под углом  $90^\circ$  (фиг. 31). Особенностью конических зубчатых колес является то, что зуб по своей длине имеет переменный модуль: на большой начальной окружности он больше, чем на малой. Конические зубчатые колеса принято вычерчивать по большому диаметру начальной окружности ( $d_1$  и  $d_2$  на фиг. 31).

При выполнении чертежа конического зубчатого колеса с натуры, так же как и при выполнении чертежа цилиндрического колеса, измеряют высоту зуба  $h$  и затем определяют модуль  $m$ .

Диаметр начальной окружности определяют по формуле (27).

Если известно передаточное число зубчатой пары, т. е. отношение числа зубьев большого колеса  $z_2$  к числу зубьев малого  $z_1$ , то половина угла при вершине начального конуса  $\delta_2$  большого колеса определяется (если угол между осями валов равен  $90^\circ$ ) по формуле

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \frac{z_2}{z_1} = i,$$

где  $i$  — передаточное число.

Угол при вершине начального конуса  $\delta_2$  можно получить также измерением при помощи угломера. Таким же путем может быть измерен и угол конуса впадины.

При вычерчивании конического зацепления необходимо, чтобы вершины начальных конусов обоих колес находились на пересечении их осей.

**Червячные зубчатые колеса** применяются в тех случаях, когда оси валов скрещиваются в пространстве. Такие передачи можно применять для любых углов скрещивания валов. Чаще всего в червячных передачах угол между скрещивающимися валами равен  $90^\circ$ .



## Построение эвольвентного профиля

Пусть требуется построить зубья двух цилиндрических зубчатых колес с эвольвентным профилем, имеющих модуль  $m=18$  и число зубьев  $z_2=18$  и  $z_1=12$ .

Для вычерчивания профиля зубьев определяем по ранее приведенным формулам размеры элементов зубьев.

Первое колесо

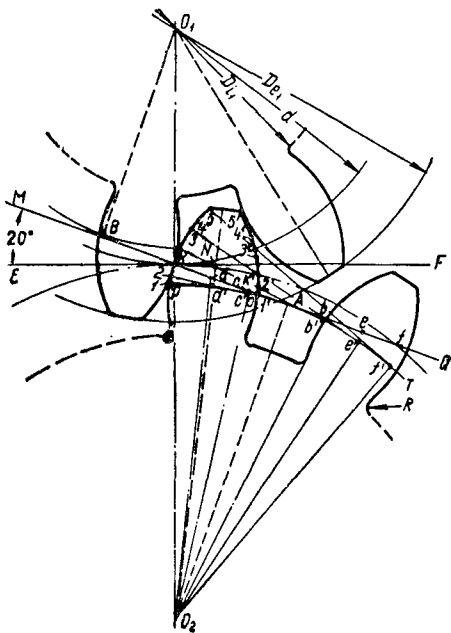
$$\begin{aligned} \text{по формуле (27)} \quad d_2 &= mz_2 = 18 \cdot 18 = 324 \text{ мм;} \\ \text{по формуле (29)} \quad D_{e2} &= m(z_2 + 2) = 18(18 + 2) = 360 \text{ мм;} \\ \text{по формуле (30)} \quad D_{i2} &= m(z_2 - 2,4) = 18(18 - 2,4) = 280,8 \text{ мм;} \\ \text{по формуле (26)} \quad t &= \pi m = 3,14 \cdot 18 = 56,52 \text{ мм;} \end{aligned}$$

Второе колесо

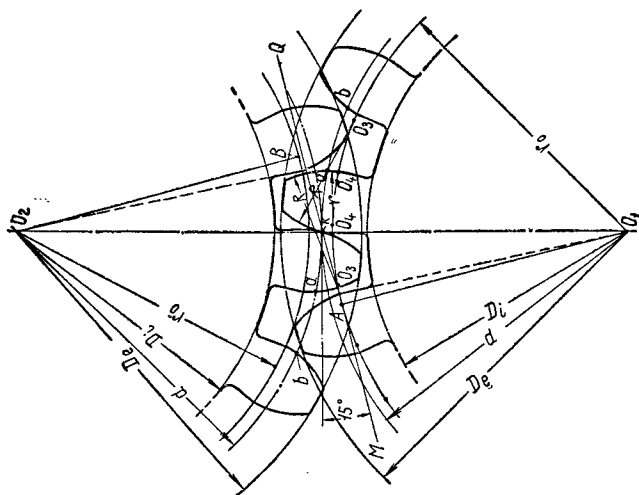
$$d_1 = mz_1 = 18 \cdot 12 = 216 \text{ мм;} \\ D_{e1} = m(z_1 + 2) = 18(12 + 2) = 252 \text{ мм;} \\ D_{i1} = m(z_1 - 2,4) = 18(12 - 2,4) = 172,8 \text{ мм.}$$

$$D_{i1} = m(z_1 - 2,4) = 18(12 - 2,4) = 172,8 \text{ мм.}$$

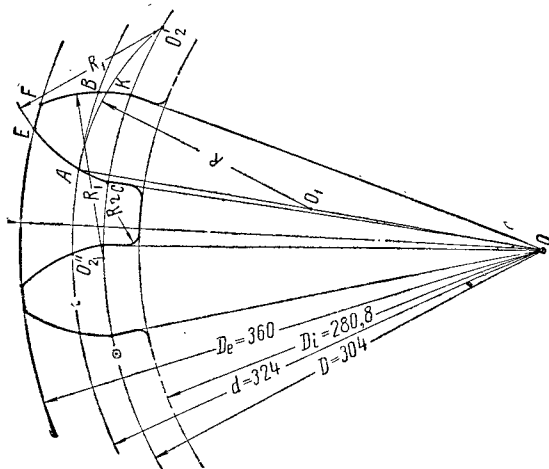
Проводим из центров  $O_1$  и  $O_2$  (фиг. 32) начальные окружности, окружности выступов и окружности впадин, при этом начальные окружности обоих колес должны иметь общую точку касания  $K$ , лежащую на линии центров  $O_1$  и  $O_2$ . Далее через точку  $K$  проводим под углом  $20^\circ$  к общей касательной  $EF$  начальных окружностей прямую  $MQ$  (так называемую линию зацепления) и, опустив из центров  $O_1$  и  $O_2$  на эту прямую перпендикуляры, получаем точки  $A$  и  $B$ . Из центра  $O_2$  радиусом  $O_2A$  описываем основную окружность  $PAT$  (на чертеже показана только часть ее). Делим прямую  $KA$  на равное число частей, например на три, и отмечаем точки деления буквами  $d, c$  и вправо от точки  $A$  — точки  $b, e, f$ . Затем откладываем от точки  $A$  влево и вправо эти отрезки по дуге основной окружности  $PAT$ , точки деления обозначаем буквами  $d', c'$ , точки  $b', e', f'$  и соединяем их радиусами с центром  $O_2$ . Проводим через точки  $d', c', b', e', f'$  перпендикулярно к радиусам лучи. Далее на этих лучах откладываем отрезки: на луче  $d'$  — отрезок  $d'1$ , равный отрезку  $Ac$ ,



Фиг. 32. Вычерчивание эвольвентного профиля зубьев.



Фиг. 34. Вычерчивание эвольвентного профиля зубьев по упрощенному способу Гранта. Значения радиусов  $R$  и  $r$  — см. табл. 23.



Фиг. 33. Упрощенный способ вычерчивания эвольвентного профиля зубьев.

получаем точку 1; на луче  $c'$  — отрезок  $c'2$ , равный двум отрезкам  $Ac$ , получаем точку 2 и т. д. Соединив по лекалу найденные таким образом точки  $P, 1, 2, 3, 4, 5$ , получим эвольвенту  $PK5$  — верхнюю часть профиля зуба большого колеса. Нижняя часть зуба вычерчивается по прямой от точки  $P$  к центру  $O_2$ .

Чтобы вычертить полный профиль зуба, откладываем по дуге начальной окружности от точки  $K$  вправо толщину зуба  $S=KK'$ . Делим отрезок  $KK'$  пополам и через середину зуба  $N$  проводим прямую  $O_2N$ , а затем из центра  $O_2$  описываем ряд дуг:  $1-1', 2-2', 3-3'$  и т. д. Эти дуги делаются прямой  $O_2N$  пополам. Получаем точки  $1', 2', 3', 4', 5'$  и соединяем их между собой по лекалу. Место примыкания ножки зуба к окружности впадин скругляется радиусом  $R=0,2 m$ . В данном примере  $R=3,6$  мм. Так же строятся профиль зуба и второго колеса.

Для вычерчивания эвольвентного профиля зубьев литых зубчатых колес, а также для указания обработки элементов зуба на рабочем чертеже зубчатого колеса применяется упрощенный способ вычерчивания профиля зуба.

Произведем построение по упрощенному способу профиля зуба для рассмотренного выше примера (фиг. 33). Толщина литого зуба

$$S = \frac{19}{40}t = 26,85 \text{ мм.}$$

Из центра  $O$  зубчатого колеса проводим дуги окружности диаметров  $d, D_e$  и  $D_i$ . Определяем диаметр основной окружности по формуле

$$D = d \cos 20^\circ = 324 \cdot 0,94 = 304 \text{ мм.}$$

Намечаем на начальной окружности произвольную точку  $A$  и откладываем толщину зуба  $S=AB$ . Соединяем точку  $A$  с центром  $O$  и, разделив  $OA$  пополам, получаем центр  $O_1$ .

Радиусом  $R$ , равным  $\frac{OA}{2} = \frac{d}{4}$ , из центра  $O_1$  описываем дугу  $AO'_2$

до пересечения с основной окружностью в точке  $O'_2$ . Из этой точки радиусом  $R_1$  проводим дугу  $CAE$ . Сделав из точки  $B$  на основной окружности засечку тем же радиусом  $R_1$ , получим точку  $O''_2$ , из которой проводим дугу  $FBK$ . Таким образом получаем очертание головки зуба. Ножка зуба строится по прямым линиям, имеющим направление от точек  $C$  и  $K$  к центру  $O$ . Сопряжение профиля ножки с окружностью впадин выполняется радиусом  $R_2$ , равным  $0,2 m$ . Профиль остальных зубьев строится аналогичным способом.

Рассмотрим еще один упрощенный способ (способ Гранта) построения зубьев с эвольвентным профилем. Пусть требуется построить профиль зубьев двух одинаковых шестерен.

Проводим вертикальную осевую линию (фиг. 34) и намечаем на ней два центра  $O_1$  и  $O_2$ , которые находятся друг от друга на расстоянии двух полудиаметров начальных окружностей шестерен. Из центров  $O_1$  и  $O_2$  проводим окружности диаметрами  $d, D_e$  и  $D_i$ . Точку касания начальных окружностей обозначим буквой  $K$ .

Откладывая от точки  $K$  по начальным окружностям обеих шестерен толщину зуба, получаем точки  $a$ ; откладывая шаг зуба, получаем точки  $b$ . Через точку  $K$  проводим линию зацепления  $MQ$

под углом  $15^\circ$  к линии, перпендикулярной осевой, и, опуская из центров  $O_1$  и  $O_2$  на нее перпендикуляры, получаем точки  $A$  и  $B$ . Радиусом  $r_0 = O_1A$  из центра  $O_1$  описываем окружность центров для первой шестерни и из центра  $O_2$  тем же радиусом — окружность центров для второй шестерни (в нашем примере шестерни одинаковы и поэтому  $O_1A = O_2B$ ). На этих окружностях будут расположены центры  $O_3$  и  $O_4$  для дуг радиусов  $R$  для головки зуба и  $r$  для части ножки зуба (в пределах от начальной окружности до окружности центров). Дуги этих радиусов заменяют по способу Гранта эвольвенту.

Значение радиусов  $R$  и  $r$  при  $m=1$  мм приведены в табл. 23. Находят в таблице для заданного числа зубьев (допустим  $z=15$ )  $R=2,82$  и  $r=1,34$ , умножают их на заданный модуль (например,  $m=14$ ) и получают  $R=39,48$  мм и  $r=18,76$  мм.

Чтобы найти центры  $O_3$  и  $O_4$  для полученных из табл. 23 значений радиусов  $R$  и  $r$ , из точек начальной окружности  $K$  и  $a$  делают засечки по дуге окружности центров соответствующей шестерни; для вычерчивания левого профиля зуба — направо, а для вычерчивания правого профиля — налево от точки  $K$ ; часть зуба от окружности центров до окружности впадин вычерчивается по прямой по направлению радиуса. Основание зуба скругляется радиусом, равным  $\frac{1}{6} m$ .

Таблица 23

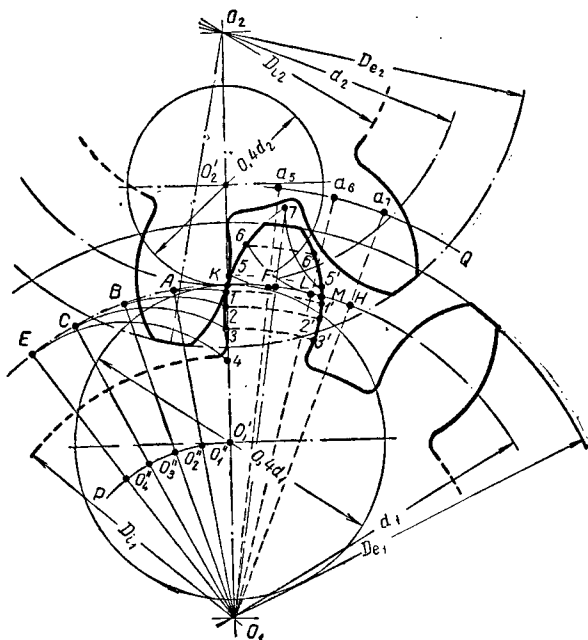
Относительные значения радиусов  $R$  и  $r$  для упрощенного построения зубьев с эвольвентным профилем при  $m=1$  мм по способу Гранта (фиг. 34) (для угла наклона линии зацепления  $15^\circ$ , высота зуба  $h=2,17 m$  и высота головки  $h_1=m$ )

Число зубьев $z$	$R$	$r$	Число зубьев $z$	$R$	$r$
10	2,28	0,63	28	3,92	2,59
11	2,40	0,83	29	3,99	2,67
12	2,51	0,96	30	4,06	2,76
13	2,62	1,09	31	4,13	2,85
14	2,72	1,22	32	4,20	2,93
15	2,82	1,34	33	4,27	3,01
16	2,92	1,46	34	4,33	3,09
17	3,02	1,58	35	4,39	3,16
18	3,12	1,69	36	4,45	3,23
19	3,22	1,79	37—40	4,20	4,20
20	3,32	1,89	41—45	4,63	4,63
21	3,41	1,98	46—51	5,06	5,06
22	3,49	2,06	52—60	5,74	5,74
23	3,57	2,15	61—70	6,52	6,52
24	3,64	2,24	71—90	7,72	7,72
25	2,71	2,33	91—120	9,78	9,78
26	3,78	2,42	121—180	13,38	13,38
27	3,85	2,50	181—360	21,62	21,62

### Построение циклоидального профиля

Пусть требуется построить зубья двух цилиндрических колес с циклоидальным профилем, имеющих модуль  $m=16$ , число зубьев первого колеса  $z_1=12$ , второго  $z_2=8$ . Для построения зубьев определяем их конструктивные элементы по формулам (27), (29) и (30).

Строим из центров  $O_1$  и  $O_2$  (фиг. 35) начальные окружности, окружности выступов и впадин. Из точек  $O'_1$  и  $O'_2$  описываем вспомогательные окружности, диаметры которых соответственно равны  $0,4d_1$  и  $0,4d_2$ . Обе вспомогательные окружности имеют общую точку касания  $K$  на начальной окружности.



Фиг. 35. Вычерчивание циклоидального профиля зубьев.

По начальной окружности большого колеса откладываем от точки  $K$  влево равные по величине произвольного размера дуги  $KA$ ,  $AB$ ,  $BC$  и  $CE$  и из центра  $O_1$  радиусом  $O_1O'_1$  описываем дугу  $O'_1P$ . Точки пересечения лучей  $O_1A$ ,  $O_1B$ ,  $O_1C$  и т. д. с дугой  $O'_1P$  отмечаем соответственно  $O''_1$ ,  $O''_2$ ,  $O''_3$ ,  $O''_4$ . Принимая эти точки за центры, проводим радиусом  $O'_1K$  ряд дуг: из  $O''_1$  — дугу, проходящую через точку  $A$ , из  $O''_2$  — дугу, проходящую через точку  $B$ , и т. д. На первой дуге, проходящей через точку  $A$ , откладываем хорду  $A1$ , равную хорде  $AK$ , на второй — хорду  $B2$ , равную хорде  $BK$ , на третьей — хорду  $C3$ , равную хорде  $CK$ , и т. д. Соединив по лекалу точки  $K$ ,  $1$ ,  $2$ ,  $3$ ,  $4$ , получим профиль ножки большого колеса. Кривая  $K-1-2-3-4$  называется *гипоциклоидой*.

Чтобы построить профиль головки зуба, откладываем от точки  $K$  вправо по начальной окружности несколько произвольного размера, но равных дуг  $KF$ ,  $FL$ ,  $LH$  и проводим из центра  $O'_2$  радиусом  $O'_1O'_2$  дугу  $O'_2Q$ . Пересечения продолженных лучей  $O_1F$ ,  $O_1L$  и  $O_1H$  с проведенной дугой в точках  $a_5$ ,  $a_6$ ,  $a_7$  принимаем за центры и проводим радиусом  $O'_2K$  из точки  $a_5$  дугу  $F5$ , проходящую через точку  $F$ , из  $a_6$  — дугу  $L6$  через  $L$  и т. д. Отложив затем на первой дуге хорду  $F5$ , равную хорде  $FK$ , получим точку  $5$ , на второй дуге — хорду  $L6$ , равную хорде  $LK$ , получим точку  $6$  и т. д. Соединив точки  $K$ ,  $5$ ,  $6$  и  $7$  по лекалу до пересечения с окружностью выступов большого колеса, получим профиль головки. Кривая  $K-5-6-7$  называется *эпицикloidой*.

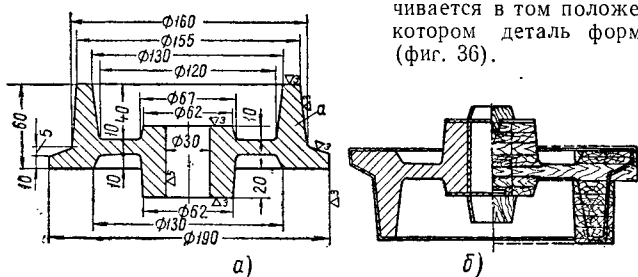
Чтобы построить полный профиль зуба, необходимо по начальной окружности большого колеса отложить толщину зуба  $KM$ , разделить ее пополам (на чертеже середина отмечена штрих-пунктирной линией, выходящей из  $O_1$ ) и затем симметрично построить справа от этой линии точки  $4'$ ,  $3'$ ,  $2'$ ,  $1'$ ,  $5'$ ,  $6'$  и т. д.

Построение профиля головки зуба малого колеса производится аналогично построению профиля зуба большого колеса.

## 7. МОДЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ И МОДЕЛЬНАЯ РАЗМЕТКА

Модельные чертежи бывают двух видов.

Модельные чертежи первого вида выполняются в натуральную величину на щите, фанере или листе проката (алюминия, цинка). На модельных чертежах первого вида не обязательно вычерчивать все виды и разрезы полностью, а только необходимые, дающие полное представление о размерах и конструкции отливки с учетом технологической литейной разметки. Основной вид или разрез вычерчивается в том положении, в котором деталь формируется (фиг. 36).



Фиг. 36. Бегунок:

$a$  — чертеж деталей;  $b$  — модельный чертеж.

Модельные чертежи первого вида выполняются по всем правилам технического черчения с учетом заданной усадки. Сначала вычерчиваются контуры (наружный и внутренний) детали, затем прическиваются припуски на механическую обработку и формовочные уклоны. Припуск на механическую обработку и невыполняемые в литье отверстия штрихуются цветным карандашом. Затем прическиваются

контуры знаковых частей и зазоры. Линии чертежа проводятся острой чертилкой и, если чертеж выполняется на шите или фанере, обводятся острым твердым простым карандашом. Модельные чертежи на детали серийного и массового производства, выполненные на шите или фанере, покрываются бесцветным лаком, что предохраняет их от загрязнения. Если модельные чертежи выполняются на листе проката, то лист до начала вычерчивания покрывают цветным лаком, и тогда линии, проведенные на нем чертилкой, резко выделяются.

Модельные чертежи второго вида выполняются на бумаге в натуральную величину или в масштабе с учетом усадки, припусков на механическую обработку, формовочных уклонов и зазоров. На этих чертежах показываются места разъемов модели и способы крепления частей модели. Верх и низ модели и каждый стержневой ящик вычерчиваются самостоятельно в собранном виде, а затем каждая их часть вычерчивается отдельно. Полная детализовка обычно делается при крупносерийном производстве.

Модельные чертежи второго вида облегчают работу модельщика, способствуют сокращению цикла изготовления модельного комплекта, так как имеется возможность выполнять работу на многих рабочих местах одновременно, расчленив ее на отдельные узлы. Но выпуск модельных чертежей, выполненных на бумаге, экономически оправдывает себя только на деталях серийного и массового производства, так как требует создания специального конструкторского бюро. На заводах мелкосерийного производства модельные чертежи (без полной детализовки) выпускаются только на металломодели для нормализованных и серийных деталей.

Модельная разметка начинается с момента вычерчивания модели в натуральную величину и ведется на протяжении всего процесса изготовления модели. После вычерчивания модели производится технологическая разметка: наносятся места разбега модели, определяется конструкция самой модели, ее узлов и стержневых ящиков. Изготовление необходимых шаблонов, заготовка и обработка частей модели и стержневых ящиков, их сборка — все это производится по разметке. Разметку контура всей модели или отдельных ее частей всегда следует начинать с нанесения осевых линий, откладывая от них все остальные размеры циркулем или метром.

Установка каждой части на модель или в ящик производится по разметке с последующей проверкой шаблоном или разметкой. Разметку и проверку частей, устанавливаемых на боковые поверхности модели или ящика, следует производить рейсмусовкой на разметочной плите. Проводить прямые на кривых поверхностях всегда следует рейсмусом на разметочной плите, укрепив модель или ее часть струбциной к призм.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Каменев В. И. Курс машиностроительного черчения. Машгиз, Изд. 8, 1959.
2. Могильный И. М. Техническое черчение. Машгиз, Изд. 6, 1960.
3. Абрикосов А. А. Чтение и выполнение машиностроительных чертежей, Изд. 4, Машгиз, 1961.

## МАТЕРИАЛЫ МОДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В этой главе содержится характеристика материалов, применяемых в модельном производстве. Наибольшее внимание уделено дереву — его свойствам, порокам, способам сушки.

### 1. МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛЕЙ

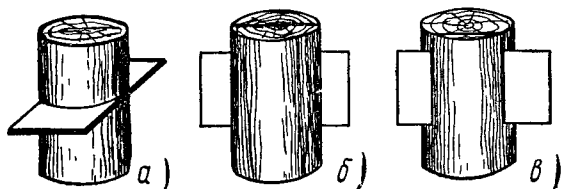
Характеристика материалов, применяемых для изготовления моделей, приведена в табл. 24. Наибольшее применение для изготовления моделей в единичном и мелкосерийном производстве находят древесные материалы, а в серийном и массовом — алюминиевые сплавы. В последнее время для изготовления мелких и средних моделей начинают применяться пластмассы. Они обладают очень ценным для модельного производства свойством — малым удельным весом (1,3—1,4), меньшим, чем удельный вес алюминия.

### 2. ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Породы дерева, применяемые в модельном производстве

Строение дерева

Главную часть дерева составляет ствол (фиг. 37). В поперечном сечении ствола (фиг. 38) различают следующие части: 1 — кора;



Фиг. 37. Основные сечения ствола:

*a* — поперечное или торцовое; *б* — продольно-радиальное;  
*в* — продольно-тангенциальное.

2 — луб; 3 — камбий; 4 — заболонь; 5 — годовичные кольца, составляющие ядро; 6 — сердцевина. На фиг. 39 показаны доски: *a* — радиального распила и *б* — тангенциального.



Таблица 24

## Характеристика материалов, применяемых для изготовления моделей

Материал	Марка или состав	Область применения	Преимущества	Недостатки	Срок службы (число формовок)	
					ручная формовка	машинная формовка
Дерево	—	В единичном и мелкосерийном производстве для любых по размерам и сложности моделей	Легкая обрабатываемость, дешевизна	Деформируемость, склонность к загниванию	до 100	до 1000
Алюминиевые сплавы	АЛ12 АЛ13 АЛ14В АЛ15В АЛ16В АЛ17В АЛ18В	В серийном и массовом производстве для моделей мелких и средних отливок	Легкость, неокисляемость, удовлетворительная прочность, хорошая обрабатываемость, гладкая поверхность	Сравнительно невысокая механическая прочность, относительно высокая стойкость	до 3000	до 25—50 тыс.
Бронза и латунь	Любые марки	В массовом производстве для моделей мелких и сложных отливок	Гладкая поверхность, неокисляемость, неприлипаемость смесей	Большой вес, дефицитность исходных материалов, высокая стоимость	—	100—150 тыс.
Чугун	СЧ 12—28 до СЧ 21—40	В крупносерийном и массовом производстве для моделей, стержневых ящиков и модельных плит	Прочность, хорошая обрабатываемость, гладкая поверхность, относительно дешевизна	Большой вес, окисляемость	—	75—100 тыс.

Таблица 24 (окончание)

Материал	Марка или состав	Область применения	Преимущества	Недостатки	Срок службы (число формовок)	
					ручная формовка	машинная формовка
Белые сплавы (сплавы свинца с сурьмой)	1) 15% сурьмы, 5% цинка, остальное свинец; 2) 15% сурьмы, 14% висмута, остальное свинец	В мелкосерийном производстве для моделей мелких и средних отливок	Легкая обрабатываемость, гладкая поверхность	Большой вес, высокая стоимость, дефицитность исходных материалов	до 300	до 2000
Гипс кальцированный (медицинский)	50% гипса, 50% воды	В мелкосерийном производстве для мелких и средних моделей	Простота изготовления, хорошая пластичность, отсутствие усадки, дешевизна	—	100—250	1000—1500
Строительный гипс	50% гипса, 50% воды	Для заполнения внутренних полостей моделей	То же	Грубая поверхность отливки	100—250	1000—1500
Портландцемент	Смесь: 60% цемента марок 500—600+40% древесных опилок, просеянных через сито 1,5—2 мм	В серийном производстве для моделей среднего размера	Простота изготовления, удовлетворительная прочность и легкость	—	до 350	до 1000
Пластмассы	Эпоксидные смолы с наполнителем	При серийном производстве для мелких и средних моделей	Простота изготовления, почти не требуются механической обработки, прочность	—	250—500	1000
Выплавленные материалы	Составы на парафиностеариновой основе	Для мелких выплавляемых моделей	Простота изготовления, точность	—	1	—

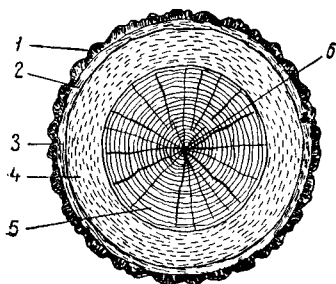
Таблица 25

## Характеристика и области применения пород дерева

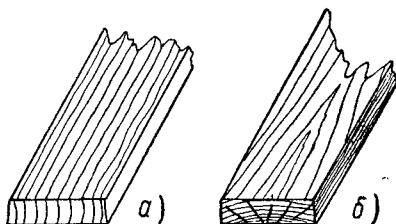
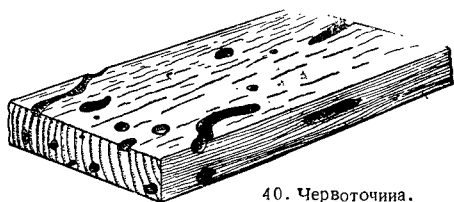
Породы дерева	Характеристика	Область применения
Сосна	Хорошая обрабатываемость, малая влагопоглощаемость, незначительная деформируемость, хорошая сопротивляемость загниванию, дешевизна	Для средних и крупных моделей, стержневых ящиков и проммоделей
Кедр	Хорошая обрабатываемость, большая (больше, чем у сосны) влагопоглощаемость и склонность к загниванию, однородность строения, незначительная деформируемость	Для средних и крупных моделей и стержневых ящиков индивидуального производства
Ель	Плохая обрабатываемость, наличие твердых и выпадающих сучков, сильная склонность к короблению	Для простейших моделей индивидуального производства и в комбинации с сосной для крупных моделей
Ольха	Хорошая обрабатываемость, гладкая поверхность после обработки, однородность строения, склонность к быстрому загниванию в воздухе	Для мелких и средних моделей
Липа	Хорошая обрабатываемость вдоль и поперек волокон, однородность строения	Для мелких моделей сложной конфигурации, изготавливаемых из массивных заготовок, для небольшого количества отливок
Лиственница	Хорошая сопротивляемость короблению и малая гигроскопичность. Обрабатывается труднее, чем сосна	Для мелких моделей индивидуального производства
Береза	Хорошая обрабатываемость, однородность строения, деформируемость. Способна легко подвергаться загниванию и червоточению, особенно во влажной среде	Для мелких моделей, требующих повышенной чистоты поверхности, для облицовки отдельных частей средних и крупных моделей и стержневых ящиков
Бук	Плохая обрабатываемость из-за высокой твердости, значительная деформируемость, однородность строения	Для мелких особо прочных моделей; для облицовки отдельных частей средних моделей и стержневых ящиков
Дуб	Плохая обрабатываемость, шероховатая поверхность, склонность к скалыванию	Для оснований и облицовки простых поверхностей крупных моделей
Клен	Плохая обрабатываемость из-за высокой твердости	То же, а также и для колодок инструмента

Таблица 25 (окончание)

Породы дерева	Характеристика	Область применения
Ясень	Высокая плотность, склонность к быстрому загниванию при изменении влажности	Для облицовки плоских поверхностей крупных моделей и как вспомогательный материал
Груша	Гладкая поверхность после обработки, однородность строения, твердость, малая деформируемость	Для особо точных, прочных и сложных мелких моделей и стержневых ящиков
Орех	То же	То же
Фанера клееная В и ВВ (ГОСТ 3916—55)	Плохая обрабатываемость, малая деформируемость	Для изготовления плоских тонкостенных моделей, щитов для вычерчивания модельных чертежей и для изготовления шаблонов



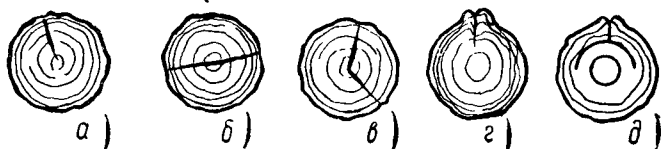
Фиг. 38. Поперечное сечение ствола.

Фиг. 39. Доски:  
а — радиального распила; б — тангенциального распила.

40. Червоточина.

**Пороки древесины.** *Гниль* — повреждение древесины разрушающими ее грибами, которые развиваются не только на растущих деревьях, но и на срубленных. Различают три вида гнили: *ситовину*,

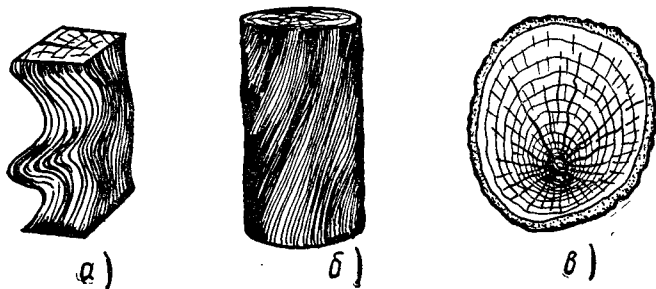
**дряблость и трухлявость.** Ни один из этих видов гнили недопустим в древесине для моделей. В сырой древесине часто образуется *плесень*, в результате которой образуется так называемая *синева*. Такая древесина недостаточно прочна, но может быть использована для изготовления моделей. *Червоточина* (фиг. 40) может поражать и подгнившую, и здоровую древесину. Древесина с этим пороком может быть использована для моделей в том случае, если червоточина односторонняя и неглубокая.



Фиг. 41. Трещины:

*а* — ветреница; *б* — согласный метик; *в* — несогласный метик; *г* — морозобоина; *д* — отлуп.

**Неиормальности строения древесины.** *Косослой* (фиг. 42, *а*) выражается в том, что волокна располагаются не параллельно оси ствола дерева, а винтообразно. В модельном производстве косослой недопустим. *Свилеватость* (фиг. 42, *б*) — это такое строение древесины, при котором волокна перепутаны и расположены волнообразно.

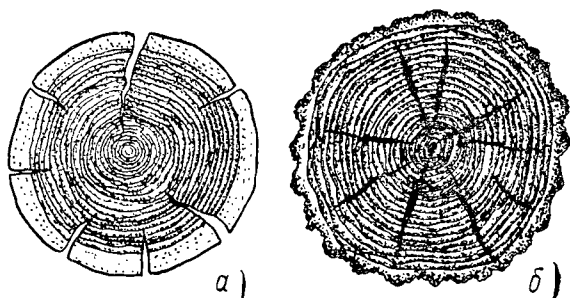


Фиг. 42. Неиормальности строения древесины

*а* — косослой; *б* — свилеватость; *в* — крень.

Такая древесина плохо поддается обработке и на ее поверхности образуются задиры. В модельном производстве свилеватость не допускается. *Крень* (фиг. 42, *в*) состоит в том, что сердцевина расположена не в центре ствола, а ближе к одному боку. *Трещины* (фиг. 41 и 43) различаются следующими видами: *ветреница* (фиг. 41, *а*), *согласный метик* (фиг. 41, *б*), *несогласный метик* (фиг. 41, *в*), *морозобоина* (фиг. 41, *г*), *отлуп* (фиг. 41, *д*).

**Сучковатость** — обилие в древесине сучков. Различаются сучки здоровые, составляющие одно целое с древесиной, и сучки, потерявшие с ней связь. Последние в древесине, идущей на модели, не допускаются вовсе; здоровые сучки небольшого размера и в небольшом количестве допускаются в исключительных случаях. Допускается заделка сучков.



Фиг. 43. Расположение трещин в краях:  
а — усыхающем без коры; б — усыхающем в коре.

### Физические свойства древесины

**Цвет** древесины имеет большое значение в столярно-мебельном производстве. В модельном же производстве цвету древесины не придают значения. Каждая древесная порода имеет свой цвет, а также и запах, который зависит от веществ, содержащихся в ней: смол, дубильных веществ, эфирных масел. По запаху и цвету можно определить древесную породу.

**Текстурой** древесины называется рисунок различного очертания, получающийся при разрезе ствола в том или ином направлении.

**Влажность** древесины зависит от породы, почвы, возраста дерева, времени рубки его. Влажность свежесрубленной древесины колеблется в пределах 50—150%. Влажность древесины воздушной сушки в пределах 15—18% и камерной сушки 8—12% к весу абсолютно сухой древесины, т. е. древесины, высушенной до полного удаления влаги.

Влажность древесины определяется по формуле

$$w = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \cdot 100\%, \quad (31)$$

где  $G_1$  — начальный вес образца;

$G_2$  — конечный вес образца.

**Усушка** — уменьшение размеров древесины после удаления влаги. Разбухание (явление, обратное усушке) приводит к выпучиванию отдельных частей модели. Чтобы избежать этих недостатков, следует применять древесину, влажность которой не превышает 10%.

Среднюю влажность определяют взвешиванием образцов, вырезанных: один на расстоянии не менее 0,5 м от конца доски, второй из середины доски и третий на расстоянии 0,5 м от второго конца доски.

Величина усушки определяется по формуле

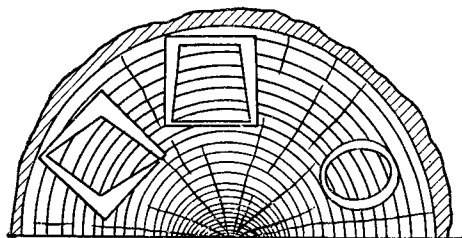
$$y = \frac{a - a_1}{a} \cdot 100\%, \quad (32)$$

где  $a$  и  $a_1$  — размеры образца до и после высушивания.

Коэффициентом усушки называется усушка, отнесенная к 1% влажности:

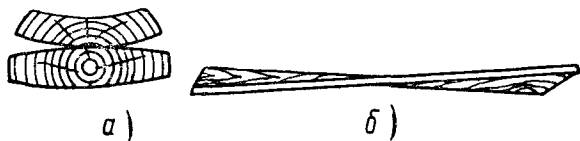
$$k = \frac{y}{w}, \quad (33)$$

где  $w$  — начальная влажность древесины в процентах.



Фиг. 44. Усушка кусков древесины, вырезанных различно по отношению к годичным кольцам.

Усушка древесины в различных направлениях неодинакова (фиг. 44). В результате неравномерной усушки доски при высыхании коробятся так, как показано на фиг. 45. Вдоль волокон усушка очень



Фиг. 45. Коробление:

$a$  — коробление в сечении;  $b$  — продольное коробление (крыловатость).

невелика; коэффициент усушки составляет в среднем около 0,1% для всех пород. Значения коэффициентов усушки в поперечном направлении приведены в табл. 26.

**Пример.** Определить изменение диаметра поперечного сечения кругового березового бруса после высушивания его от влажности 25% до влажности 12%; диаметр бруса до высушивания равен 275 мм.

Таблица 26

**Коэффициенты усушки древесины в поперечном направлении**  
(поперек волокон)

Породы древесины	Коэффициенты усушки $k$	
	в радиальном направлении	в тангенциальном направлении
Дуб . . . . .	0,21	0,28
Бук . . . . .	0,17	0,33
Береза . . . . .	0,27	0,32
Клен . . . . .	0,20	0,32
Липа . . . . .	0,22	0,39
Ясень . . . . .	0,19	0,28
Сосна . . . . .	0,18	0,38
Кедр сибирский . . . . .	0,12	0,27
Ель . . . . .	0,14	0,14
Лиственница . . . . .	0,20	0,39

Примечание. Под радиальным направлением понимают направление по радиусу от периферии к центру, а под тангенциальным — направление по касательной к годичным кольцам.

Принимая по табл. 26 коэффициент усушки березы в радиальном направлении  $k=0,27$ , определяем по формуле (33) усушку  $y$   
 $y = kw = 0,27 (25 - 12) = 0,27 \cdot 13 = 3,5\%$ .

Заменив в формуле (32)  $a$  на  $d$  и  $a_1$  на  $d_1$  и обозначая сокращение диаметра  $d - d_1$  через  $\Delta d$ , получаем после преобразований формулу

$$\Delta d = \frac{yd}{100} = \frac{3,5 \cdot 275}{100} = 9,6 \text{ мм.}$$

Диаметр бруса после высушивания стал равным

$$d_1 = d - \Delta d = 275 - 9,6 = 265,4 \text{ мм.}$$

Длина окружности поперечного сечения бруса до высушивания

$$C = \pi d = 3,14 \cdot 275 = 863,5 \text{ мм.}$$

Диаметр окружности поперечного сечения бруса после высушивания стал равным

$$C_1 = \pi d_1 = 3,14 \cdot 265,4 = 833,5 \text{ мм.}$$

Но вследствие того, что в тангенциальном направлении усушка больше ( $k=0,32$ ), чем в радиальном ( $k=0,27$ ), длина окружности поперечного сечения бруса стала меньше. Определим ее так же, как мы определяли сокращение диаметра. Усушка в тангенциальном направлении

$$y = 0,32 \cdot 13 = 4,2\%$$

и сокращение длины окружности

$$\Delta C = \frac{yC}{100} = \frac{4,2 \cdot 863,5}{100} = 36 \text{ мм.}$$



В таком случае длина окружности после высушивания стала равной

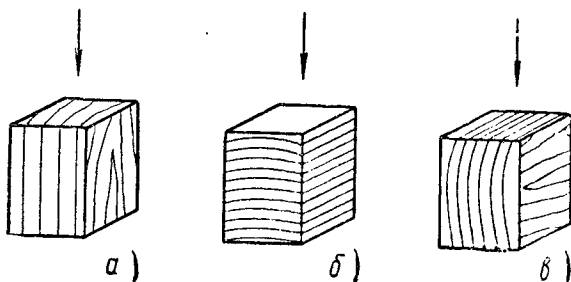
$$C_1 = C - \Delta C = 863,5 - 36 = 827,5 \text{ мм.}$$

Таким образом, «геометрическая» длина окружности поперечного сечения бруса (833,5 мм) больше, чем «физическая» (827,5 мм) на целых 6 мм. Это значит, что материала после высушивания *не хватило* для того, чтобы заполнить всю геометрическую площадь. В брусе образовались продольные трещины (см. фиг. 43) по окружности, общая (суммарная) ширина которых равна 6 мм.

### Механические свойства древесины

Сопротивление древесины действию сжимающих, изгибающих, скалывающих и прочих усилий определяют опытным путем в лабораториях, оборудованных специальными машинами. Прочность древесины устанавливают испытанием образцов стандартного размера, вырезанных из древесины, не имеющей пороков.

**Сжатие.** Различают сжатие вдоль волокон, когда усилие направлено параллельно волокнам (фиг. 46, а), сжатие поперек волокон, когда усилие направлено перпендикулярно волокнам (фиг. 46, б),



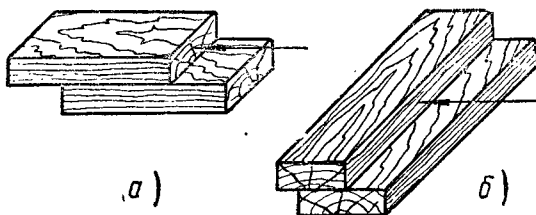
Фиг. 46. Сжатие:

а — вдоль волокон; б — поперек волокон в радиальном направлении; в — поперек волокон в тангенциальном направлении.

или в тангенциальном направлении (фиг. 46, в). Насколько различна прочность древесины разных пород, можно видеть из такого примера: чтобы разрушить сосновый кубик поперечным сечением 1 см<sup>2</sup> в направлении длины волокон, потребуется усилие 250 кг, а для разрушения такого же дубового кубика потребуется не менее 400 кг. Прочность на сжатие поперек волокон составляет  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{10}$  от прочности вдоль волокон. Прочность на сжатие для одной и той же породы дерева зависит от многих причин и в особенности от степени влажности. Прочность сырой древесины в 2—2,5 раза меньше прочности воздушносухой древесины.

**Изгиб.** Древесина обладает высоким сопротивлением изгибу. Прочность на изгиб в среднем в 1,5—2 раза больше прочности на сжатие вдоль волокон. Прочность древесины на изгиб также зависит от ее влажности, породы и плотности.

**Скалывание.** В зависимости от плоскости, по которой происходит сдвиг, различают скалывание вдоль (фиг. 47, а) и поперек волокон (рис. 47, б). Сопротивление древесины скалыванию вдоль волокон невелико и составляет в среднем  $1/5—1/10$  от сопротивления сжатию вдоль волокон.



Фиг. 47. Скалывание:  
а — вдоль волокон; б — поперек волокон.

**Твердость.** Твердостью древесины называется способность сопротивляться проникновению в нее другого твердого тела. Твердость древесины имеет большое практическое значение при обработке ее режущими инструментами, при вбивании гвоздей. Твердость зависит от влажности древесины. Сухая древесина в 1,3—1,5 раза тверже сырой.

**Упругость.** Способность древесины возвращаться к первоначальной форме и размерам после прекращения действия внешних сил называется упругостью. Упругость воздушносухой древесины в 1,5—2 раза больше упругости сырой. Наибольшей упругостью обладают бук, ясень, молодой дуб, береза.

**Пластичность.** Древесина некоторых пород (бук, ясень, вяз) обладает свойством, обратным упругости, — пластичностью, т. е. способностью сохранять измененную форму после прекращения действия сил, вызвавших это изменение. На этом свойстве основано изготовление гнутых деревянных изделий, а также тиснение рисунков на древесине, применяемое в столярном производстве.

Значения механических свойств древесины (по ГОСТ 4631—49) приведены в табл. 27.

### Сушка древесины

Сушка древесины проводится для улучшения ее свойств: уменьшения веса древесины, повышения стойкости против разрушения грибами, придания древесине стабильных размеров и формы. В результате сушки древесины улучшается ее обрабатываемость и увеличивается прочность склеенных деталей.

Сушка древесины может осуществляться как естественным, так и искусственным способом.

**Естественная (воздушная) сушка.** Естественная сушка древесины осуществляется в обычных атмосферных условиях. Такая сушка имеет те преимущества, что не требуется специального (кроме помещения) оборудования и каждый кубометр высушенной в атмосферных условиях древесины обходится дешево.

Таблица 27

Механические свойства древесины (при 15% влажности)

Порода дерева	Предел прочности, кг/см²				Соп. огнеле- ние ударному изгибу в тангенциаль- ной плоскости, кг/см²	Твердость, кг/см²			
	при сжа- тии вдоль волокон	при ста- тическом изгибе	при рас- тяжении вдоль волокон	при скалывании		тор- цовая	ради- альная	тан- генци- альная	
				в радиаль- ной плоскости					в танген- циальной плоскости
Береза . . . . .	527	984	—	84	100	432	—	—	
Бук . . . . .	461	938	1291	99	131	571	379	402	
Груша . . . . .	565	1201	—	—	—	728	541	524	
Дуб . . . . .	520	935	1288	85	104	622	521	463	
Ель сибирская . . . . .	353	640	—	59	61	232	133	159	
Кедр сибирский . . . . .	352	605	780	53	57	185	—	—	
Клен . . . . .	519	1053	—	117	132	771	595	621	
Липа . . . . .	390	680	1153	73	80	—	—	—	
Лиственница . . . . .	511	973	—	83	72	377	280	278	
Орех кавказский . . . . .	485	975	—	100	106	580	—	—	
Ольха . . . . .	368	692	—	—	—	338	245	245	
Осина . . . . .	374	766	1312	57	77	247	178	184	
Пихта . . . . .	330	584	—	60	65	261	—	—	
Сосна . . . . .	427	736	931	66	62	252	—	—	
С. сел . . . . .	510	1150	1656	138	133	757	—	—	

Примечания: 1. Для испытания на статический и ударный изгиб образец вырезается вдоль волокон, а изгибающее усилие действует в радиальной или тангенциальной плоскости.

2. При определении твердости пуансон вдавливается в середину или торцовый, или радиальной, или тангенциальной поверхности образца, в соответствии с чем и различают торцовую, радиальную и тангенциальную твердость.

Наиболее распространенным способом *искусственной сушки* древесины является камерная.

**Камерная сушка.** Камерная сушка производится в сушилах. Характеристика сушил для сушки древесины дана в табл. 28 и 29.

Камерная сушка по сравнению с воздушной имеет следующие преимущества: сокращенный срок сушки; отсутствие потребности в значительных площадях для хранения лесоматериала; влажность древесины можно довести до требуемой; в процессе сушки исключено развитие гнили и синевы.

Недостатки камерной сушки: значительные затраты на оборудование и топливо.

Таблица 28

Сушила для сушки древесины  
(по классификации И. В. Кречетова)

Тип сушила (по способу передачи теплоты)	Циркуляция воздуха (газа) по материалу
Сушила периодического действия	
Боровые калориферные	Естественная
Паровые калориферные	Естественная
То же	Слабая принудительная
»	Скоростная реверсивная
Газовые бескалориферные	Слабая принудительная
То же	Скоростная реверсивная
Комбинированные	Естественная
Сушила непрерывного действия	
Паровые калориферные	Естественная
То же	Противоточная
»	Скоростная реверсивная
Газовые бескалориферные	Противоточная
То же	Скоростная реверсивная
Примечание. Циркуляция воздуха (или газа) со скоростью более 1 м/сек называется скоростной. Циркуляция воздуха (или газа), периодически меняющего направление своего движения, называется реверсивной.	

**Электросушка.** При электросушке древесина помещается в качестве диэлектрика в конденсатор колебательного контура лампового генератора высокой частоты. Вследствие диэлектрических потерь, вызываемых переменным током, древесина интенсивно прогревается. Прогрев происходит равномерно по всей толщине материала, но тепловые потери на поверхности создают по толщине материала устойчивый перепад температуры, под влиянием которого и происходит интенсивное продвижение влаги изнутри материала на его поверхность.

Таблица 29

## Характеристика паровых сушил с принудительной циркуляцией

Параметр	Значения параметров для сушил				
	периодического действия			непрерывного действия	
	ВИАМ-11	ЦНИИМОД-23	эжекторные, Кречетова — ЦНИИМОД	ЦНИИМОД-24	зигзагообразные, Кречетова — ЦНИИМОД
Нормальные размеры камеры, м:					
длина . . . . .	14,0	14,0	14,0	35,5	41,4
ширина . . . . .	3,7	4,8	3,1	2,0	2,8
высота рабочего пространства . . . . .	3,8	3,2	3,5	3,0	3,0
Полезная загрузка камеры пиломатериалом, м <sup>3</sup> . . . . .	54,6	73,1	36,5	66,0	109,6
Продолжительность сушки условного пиломатериала, сутки . . . . .	5	5	5	5,5	5
Производительность сушила в год (345 рабочих дней) (годовой объем высушенной древесины), м <sup>3</sup> . . . . .	3700	5000	2500	4000	7400
Расход пара на 1 м <sup>3</sup> высушенного условного пиломатериала, кг/м <sup>3</sup> :					
зимой ( $t = -10^\circ$ ) . . . . .	530	530	540	490	460
летом ( $t = +20^\circ$ ) . . . . .	415	415	425	395	400
Удельный расход электроэнергии на 1 м <sup>3</sup> пиломатериала, кВт-ч:					
на собственно сушку . . . . .	10,1	10,1	15,0	10,0	6,7
на погрузочно-разгрузочные и транспортные операции . . . . .	0,32	0,32	0,32	0,272	0,272

Примечание. Пар, применяемый для сушки, имеет температуру 143° и подается под давлением 4 ат.

Данные о расходе электроэнергии при сушке токамп высокой частоты приведены в табл. 30.

Таблица 30

расход электроэнергии при сушке т. в. ч.  
основных досок длиной 700—1000 мм  
(начальная влажность 50%, конечная 12%)

Толщина, мм	Расход электроэнергии, квт-ч	
	на 1 м <sup>3</sup> дре- весины	на 1 кг испа- ряемой влаги
25— 30	300	1,75—2
40— 50	350	1,85—2,5
90—100	400	2,6—3

Из-за больших затрат электроэнергии и высокой стоимости сушка древесины токами высокой частоты имеет ограниченное применение.

**Жидкостная сушка.** Жидкостная сушка древесины является высокотемпературной скоростной сушкой. В качестве жидкости применяется *петролатум*, представляющий собой смесь парафинов и цезеринов с высоковязким очищенным маслом, получаемую при депарафинизации авиационных масел.

Древесина укладывается в специальный контейнер и погружается в специальную ванну с петролатумом, нагретым до температуры 110—130°С. Нагрев производится паром, поступающим под давлением не ниже 3 ат по системе металлических труб, лежащих на дне ванны.

Для качественной сушки необходимо в процессе высушивания поддерживать в ванне определенную температуру, меняя ее в соответствии с изменением влажности древесины.

В табл. 31 даны режимы сушки в петролатуме, применяемые на Уралмашзаводе.

Преимущества петролатумной сушки по сравнению с паровоздушной: увеличивается грибостойкость; достигается равномерность просушки материала по всему штабелю и по длине досок; затрачивается в 5—6 раз меньше времени на сушку; стоимость сушки в два раза меньше; процесс сушки прост и не требует сложного оборудования.

Однако древесина, высушенная в петролатуме, по механическим свойствам несколько уступает древесине, высушенной в паровоздушных камерах, хуже склеивается и, кроме того, при первичной обработке досок, высушенных в петролатуме, сильно загрязняются станки.

### Пиломатериалы

Стандартные пиломатериалы, в зависимости от размеров их поперечного сечения, носят название досок, брусков или брусьев.

**Доски** — пиломатериалы толщиной не более 100 мм и шириной, превышающей двойную толщину. Толщина досок находится в пределах от 13 до 100 мм, а ширина от 50 до 260 мм.

Таблица 31

Режимы сушки основных досок и брусьев в петролатуме

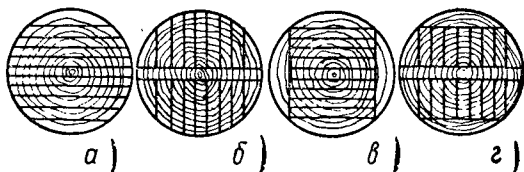
Влажность древесины, %	Толщина материала, мм									
	70		60		50		40		30	
	температура петролатума, °C	продолжительность сушки в указанном интервале влажности, час.	температура петролатума, °C	продолжительность сушки в указанном интервале влажности, час.	температура петролатума, °C	продолжительность сушки в указанном интервале влажности, час.	температура петролатума, °C	продолжительность сушки в указанном интервале влажности, час.	температура петролатума, °C	продолжительность сушки в указанном интервале влажности, час.
100—80	110	1	115	1	117	1	117	1	120	1
80—60	115	2	118	2	120	2	120	2	125	2
60—30	118	11	120	5	123	5	125	5	130	5
30—10	115	12	118	10	120	8	120	7	130	5
ниже 10	115	3	116	3	118	3	120	2	130	2
Итого продолжительность сушки материала с влажностью 100%, . . . . .		29		21		19		12		15

**Бруски** — пиломатериалы толщиной не более 100 мм и шириной не более двойной толщины.

**Брусья** — пиломатериалы толщиной и шириной более 100 мм.

Схема распиловки краёв на доски показана на фиг. 48. По длине пиломатериалы разделяются на короткие (до 2 м), средние (2—3,5 м) и длинные (3,5—6,5 м).

**Пластями** называются широкие стороны досок и брусьев, а **кромками** — узкие. Кромки необрезных досок называются **обзолом**.



Фиг. 48. Схема распиловки краёв на доски:  
а — доски цельные необрезные; а — доски обрезные;  
б, г — полудоски.

### 3. АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ

Основным материалом для изготовления металлических моделей, стержневых ящиков и сушильных плит являются алюминиевые сплавы, которые обеспечивают достаточную прочность, износоустойчивость и хорошо подвергаются механической и слесарной обработке. Наиболее часто применяются для этих целей сплавы марок АЛ12 и АЛ13 (по ГОСТ 2685—53), их химические и механические свойства приведены в табл. 32 и 33.

Таблица 32

Химический состав алюминиевых сплавов

Марка сплава	Основные компоненты (алюминий основной, %)			
	магний	кремний	марганец	медь
АЛ12	—	—	—	9,0—11,6
АЛ13	4,5—5,5	0,8—1,3	0,1—0,4	—

**Алюминиевомедистый сплав АЛ12** хорошо обрабатывается резанием и хорошо сваривается. Предрасположен к образованию газовой пористости и горячих трещин и имеет низкую коррозионную стойкость.

Для борьбы с образованием газовой пористости можно применять обработку жидкого сплава хлором и азотом. Температура заливки 680—750° С. Усадка сплава 1,0—1,2%.



Таблица 33

## Механические свойства алюминиевых сплавов

Марка сплава	Способы литья	Вид термической обработки	Механические свойства		
			$\sigma_B$ , кг/мм <sup>2</sup>	$\delta$ , %	ИВ
			не менее		
АЛ12	З; К	T <sub>6</sub>	17	—	100
АЛ13	З; К	—	15	1	55

Примечание. T<sub>6</sub> — заливка и полное старение до максимальной твердости; З — отливка в землю; К — отливка в кокиль.

Алюминиевомагнийевый сплав АЛ13 хорошо обрабатывается резанием, имеет высокую коррозионную стойкость и хорошо сваривается.

Сплав предрасположен к образованию усадочных рыхлот. Для улучшения литейных свойств практикуется добавка 0,8—1,3 кремния. Для борьбы с образованием усадочных рыхлот можно применять обработку жидкого сплава азотом.

Температура заливки 680—760° С. Усадка сплава 1,0—1,3%.

## 4. ЧУГУН

Для моделей применяется серый чугун начиная с марки СЧ 12—28 до СЧ 21—40.

Чугунные модели прочны, хорошо обрабатываются и после обработки имеют гладкую поверхность. К недостаткам чугунных моделей относятся их большой вес и подверженность коррозии. Химические составы чугуна приведены в табл. 34.

Таблица 34

## Химический состав чугуна

Марка чугуна	Химический состав, %						
	C <sub>общ</sub>	C <sub>св</sub>	Si	Mn	P	S	Cr
СЧ 12—28	3,3—3,6	0,2—0,5	1,5—2	0,6—1	0,5	0,15	—
СЧ 15—32	3,3—3,6	0,2—0,5	1,5—2	0,6—1	0,5	0,15	—
СЧ 18—36	3,0—3,2	0,4—0,6	1,5—2,2	0,6—1	0,3—0,5	0,15	0,2
СЧ 21—40	2,9—3,1	0,6—0,7	1,2—1,3	0,8—1	0,2	0,12	—

## 5. БРОНЗА

Бронзовые и латунные модели имеют очень гладкую поверхность, не подверженную коррозии, обрабатываются лучше чугуновых и могут паяться, износоустойчивы.

Но эти модели очень дороги и поэтому применяются только для небольших отливок сложных очертаний в массовом производстве. Для моделей чаще всего применяется оловянистая бронза марки Бр ОЦС 5—5—6. Ее состав: 4—6% олова; 4—6% цинка; 4,0—6% свинца; 0,05% алюминия, 0,05% кремния, остальное медь.

## 6. ПЛАСТМАССЫ

В настоящее время в качестве материала для изготовления моделей применяются различные пластмассы. Модели из пластмасс обладают большой износостойкостью.

Такие модели не подвергаются короблению и при эксплуатации сохраняют форму и размеры в течение продолжительного времени.

Пластмасса АСТ-Т (акрилат самоотвердеющий термостойкий, технический), обладает небольшой объемной усадкой — 0,4%. Удельный вес равен 1,16—1,18.

Пластмасса АСТ-Т в затвердевшем состоянии совершенно не подвергается действию влаги, упругопластична, достаточно прочна.

Применяется также пластмасса, в которой в качестве основного материала применяется *эпоксидная смола*.

В литевой композиции эпоксидная смола является связующим веществом. Состав композиции для изготовления моделей приведен в табл. 35.

Пластификатор обеспечивает необходимую текучесть композиции при отливке и снижает хрупкость пластмасс. Наполнители вводятся для уменьшения расхода эпоксидной смолы и для придания пластмассе высоких физико-механических свойств. В качестве наполнителей могут применяться: железный порошок, кварцевый песок, каолин, размолотые отливки из эпоксидной смолы, древесная мука и др. Для отверждения композиции применяется основной отвердитель — гексаметилендиамин.

Таблица 35

Состав литевой композиции холодного отверждения

Наименование компонента	ГОСТ или ТУ	Состав в весовых частях	Назначение компонента
Эпоксидная смола ЭД-5 . . . . .	ВТУ ГХП и М 668—56	100	Связующее вещество
Дибутилфталат . .	ГОСТ 2102—51	15	Пластификатор
Железный порошок	ТУ 3648—50	200	Наполнитель
Отходы гексаметилендиамина . . . .	ВТУ 13Х—23—58	20	Отвердитель

## 7. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

## Клей

В модельном производстве для склеивания древесных материалов применяется клей:

костный ГОСТ 2067—47 — сорта высший и первый;  
мездровый ГОСТ 3252—46 — сорта высший и первый;  
казеиновый ГОСТ 3056—45 — сорта экстра и ОБ.

Костный клей — продукт переработки костей животных. В продажу поступает в виде плиток, дробленный, в виде порошка и в виде студня в бочках (галерта).

Мездровый клей — продукт переработки мездры шкур животных и разных отходов кожевенного производства.

Приготовление клеевых растворов из костного и мездрового клеев производится так. Плитки клея укладывают в бачок и заливают водой в количестве: для мездрового клея 200—250%, для костного клея 100—150% по весу. В воде клей набухает. Процесс набухания продолжается 6—12 часов. После этого набухший клей перекладывают в котел и подогревают. При температуре 30—40° клей начинает плавиться, превращаясь в жидкий клеевой раствор. Температуру клея не рекомендуется поднимать выше 65—70°. Клей, дающий пену, необходимо кипятить в течение 3—10 минут и снимать поднявшуюся пену. Нужно помнить, что кипячение снижает качество клея. Приготовлять клеевой раствор нужно в количестве, не большем, чем требуется на 8 часов работы. Во время работы клей должен быть нагрет до температуры 40—60°.

Клеящая способность мездрового и костного клея указана в табл. 36.

Таблица 36

Клеящая способность животного клея (кг/см<sup>2</sup>)

Клей	Сорт клея				
	экстра	высший	первый	второй	третий
Мездровый (ГОСТ 3252—46) . . . . .	100	100	100	75	60
Костный (ГОСТ 2067—47) . . . . .	—	90	80	65	45

Казеиновый клей в порошке представляет собой смесь казеина, гашеной извести, минеральных солей и керосина. Казеин получается из обезжиренного молока. Сухой казеин имеет вид творожистых твердых зерен или порошка белого и желтоватого цвета. Технические условия на казеиновые клеи изложены в табл. 37.

Для приготовления клеевого раствора казеиновый клей разводят в воде комнатной температуры при отношении веса порошка к весу воды от 1 : 1,7 до 1 : 2,3, в зависимости от требуемой начальной вязкости (табл. 38). Порошок клея размешивают в воде в течение часа. Размешивание следует производить механическими клеешалками.

Таблица 37

## Технические условия на казеиновый клей (ГОСТ 3056—45)

Наименование показателей	Сорта клея	
	экстра (В-107)	ОБ
Внешний вид	Клей должен иметь вид однородного порошка без посторонних включений. Допускаются комки, распадающиеся при легком растирании	
Запах	Клей не должен иметь гнилостного запаха	
Растворимость в воде	При размешивании клея с водой в отношении 1:2,1 в течение не более одного часа при температуре 15—20° должен получаться однородный раствор, не содержащий комков	
Срок годности	Пять месяцев со дня выпуска из производства, после чего клей подвергают повторному испытанию. Если при этом испытании клей будет удовлетворять требованиям стандарта, применение этого клея допускается еще в течение 5 месяцев	
Степень измельчения	Остаток при просеивании на сите размером сторон ячейки в свету 0,375 мм должен быть не более 5%. Этот остаток должен полностью проходить через сито размером сторон ячейки в свету 1,2 мм	Остаток при просеивании на сите размером сторон ячейки в свету 0,53 мм должен быть не более 5%. Этот остаток должен полностью проходить через сито размером сторон ячейки в свету 1,2 мм
Жизнеспособность	Клеевой раствор через 2,5 часа после начала размешивания с водой должен иметь вязкость не менее 80° и не более 200° по вискозиметру ФЭ-36. По истечении 24 час. клеевой сгусток не должен разжижаться, а должен иметь вид плотного эластичного студня	Клеевой раствор должен сохранять рабочую вязкость не менее четырех часов после начала размешивания его водой
Клеящая способность	В сухом виде 100 кг/см <sup>2</sup> . После 24 час. вымачивания 70 кг/см <sup>2</sup>	В сухом виде 70 кг/см <sup>2</sup> . После 24 час. вымачивания 50 кг/см <sup>2</sup>

Таблица 38

## Весовое отношение казеинового порошка к воде при приготовлении казеинового клея

Вязкость при разведении в отношении 1:2,1 через час после начала замешивания в градусах вискозиметра ФЭ-36	Отношение казеинового порошка к воде при требуемой вязкости в градусах по вискозиметру ФЭ-36			
	60—70	80—110	120—160	200—230
40—60	1:2—1:2,1	1:1,9—1:2,0	1:1,8—1:1,9	1:1,7—1:1,8
61—100	1:2,1—1:2,2	1:2,0—1:2,1	1:1,9—1:2,0	1:1,8—1:1,9
101—120	1:2,2—1:2,3	1:2,1—1:2,2	1:2,0—1:2,1	1:1,9—1:2,0

## Лаки спиртовые и спирто-эмалевые

Лучшие сорта модельных лаков готовятся смешением красок с чистым нефилтрованным шеллачным лаком № 7, без добавки канифоли, или с идитольным лаком. Шеллачный лак содержит 34—36% шеллака и 66—64% спирта крепостью 90°. Разбавителем для шеллачных лаков служит 5—10-процентный раствор шеллака в спирте. Лак идитольный состоит из 64% винного спирта-сырца и 36% идитола.

Перед употреблением лаки тщательно перемешиваются и взбалтываются. Наносятся они кистью. Влажность дерева перед покрытием должна быть не более 10%. Для получения чистой и гладкой поверхности производят два покрытия. Полное высыхание пленок длится 4 часа, а лаковых пленок на идитоле — 12 час.

## Лаки спиртовые

Красный № 91, синий № 91, черный № 91, желтый № 92.

## Технические требования

1. Вязкость лака должна быть такой, чтобы лак наносился кистью.

2. В лаке не должно быть нерастертых частиц и засорений; при лакировке лак должен легко сходить с кисти; пленка лака должна быть глянцевитой, не должна иметь отлипа, морщин, оспин и отеков. Формовочная смесь не должна приставать к отлакированной поверхности.

3. Укрываемость — полная с двух покрытий.

4. Высыхание «от пыли» при 18—20° не более 30 мин.

5. Практическое высыхание при 18—20° не более 12 час.

## Лак красный № 91

Лак идитольный или шеллачный . . . . .	80,1%
Крон оранжевый . . . . .	9,5%
Шпат тяжелый . . . . .	9,5%
Парарот . . . . .	0,9%

## Лак синий № 91

Лак идитольный или шеллачный . . . . .	81,7%
Ультрамарин . . . . .	9,0%
Литопон сухой . . . . .	9,0%
Лазурь . . . . .	0,3%

## Лак черный № 91

Лак идитольный или шеллачный . . . . .	89%
Сажа газовая . . . . .	10%
Нигрозин . . . . .	1%

## Лак желтый № 92

Лак идитольный или шеллачный . . . . .	82%
Крон желтый . . . . .	12%
Шпат тяжелый . . . . .	6%

**Лаки спирто-эмалевые****Технические требования;**

1. Высыхание «от пыли» при 18—20° не более 50 мин.
2. Полное высыхание 4—6 час.
3. При лакировке лак должен легко сходить с кисти.

**Лак копаловый**

Спирт винный ректификат . . . . .	60%
Манильский копал . . . . .	31,3%
Сандарак . . . . .	3,7%
Канифоль светлая . . . . .	3,1%
Скипидар . . . . .	1,9%

Для спиртовых и спирто-эмалевых лаков грунтовка масляная, шпаклевка клеевая или масляно-клеевая (см. главу 111).

К недостаткам окраски спиртовыми и спирто-эмалевыми модельными лаками относится малая влагостойкость, не предохраняющая модели от набухания и деформации, и способность пленки спиртовых лаков размягчаться под действием влажных формовочных смесей, особенно при повышенной температуре, что вызывает прилипание смеси к поверхности модели.

**Нитроэмали и нитрошпаклевки**

Для массовой окраски моделей используются нитроэмали. Результаты испытаний показали, что качество окраски моделей нитроэмалими выше, чем качество окраски спиртовыми лаками, а срок сушки значительно меньше.

Грунтовка производится в один слой нитроэмалью 624а или 624с; сушка продолжается 25—30 мин. при температуре 18—20°. Разбавление нитроэмали до рабочей вязкости производится нитро-растворителем 645, 646, 647.

Шпаклевка производится нитрошпаклевкой АШ24 и АШ30. В нитрошпаклевку для доведения ее до рабочей консистенции добавляется 15—20% сухих белил. Слой нитрошпаклевки толщиной 1,5—2 мм высыхает при температуре 18—20° за 25—30 мин. Нитрошпаклевка хорошо держится на поверхности модели, достаточно прочна и легко шлифуется, не дает закраин.

Нитрошпаклевку можно приготовить путем смешения одной части готового нитролака (сухой остаток 10%) с двумя частями смеси из 95% просеянного молотого мела и 5% сухих цинковых белил. Сухие пигменты тщательно перемешиваются с лаком до получения однородной массы. Если мел недостаточно измельчен, нитрошпаклевку рекомендуется перетереть на краскотерке. Хранить нитрошпаклевку можно только в закрытых банках. Нитрошпаклевка может наноситься стальным шпателем и резиновой. По нитрошпаклевке можно производить окраску нитроэмалими и спиртовыми лаками.

Окраска производится нитроэмалими 624а или 624с в два слоя; продолжительность сушки при температуре 18—20° 25—30 мин.

Через 8 часов после окончательной окраски модели могут быть выданы на формовку.

Вместе с нитроэмалими для окраски моделей можно рекомендовать эмали ПХВ (перхлорвиниловые эмали). Эти эмали являются новым видом лакокрасочных материалов, выпускаемых сейчас нашими заводами. Они готовятся на лаках, представляющих собой

продукты хлорирования полихлорвиниловых смол, растворенных в смеси растворителей (бензол, ацетон, хлорбензол, ксилол и др.). Пленки ПВХ-эмалей обладают нужной эластичностью, влагостойкостью и достаточной стойкостью против механических воздействий. Окраску моделей ПВХ-эмалями следует производить двукратно, причем второе покрытие наносится после сушки первого слоя в течение 1—2 час. при температуре 18—20°. Модели передаются на формовку через 36 час. после окончательной окраски.

При организации рабочих мест для окраски моделей нитроэмалями и ПВХ-эмалями необходимо учитывать, что как нитроэмали, так и в особенности ПВХ-эмали токсичны (ядовиты); поэтому рабочие места, а также помещение, где сушатся окрашенные модели, должны иметь усиленную вентиляцию, а вследствие пожарной опасности при работе с этими эмалями рабочие места должны находиться на особом противопожарном режиме.

### Материалы для ремонта и пайки

**Сургуч.** Применяется для заделки выбоин и раковин на деревянных и металлических моделях. Состав сургуча в %:

Капифоль . . . . .	29
Воск пчелиный . . . . .	9
Тальк . . . . .	45
Глинистый кальций . . . . .	15
Цезерин . . . . .	2

**Припой.** Для пайки алюминиевых моделей применяются специальные алюминиевые припои, имеющие следующий состав, в %:

Марка . . . . .	Авиа 1	Авиа 2
Олово . . . . .	55	40
Цинк . . . . .	25	25
Кадмий . . . . .	20	20
Алюминий . . . . .	—	15

### Отделочные материалы

**Грунты и шпаклевки.** Применяются для заполнения пор на поверхности деревянных моделей и для подготовки поверхности к окраске (табл. 39).

Таблица 39

Грунт и шпаклевки для деревянных моделей

Составляющие	Состав, %		
	грунт	шпаклевка масляно- клеевая	шпаклевка клеевая
Олифа натуральная (ГОСТ 7931—56) или олифа оксоль (ОСТ НКТМ 7474/581) . . . . .	80—90	5	—
Охра или железный сурик . . . . .	20—10	—	—
Мел молотый . . . . .	—	70	75
10%-ный раствор казенного клея . . . . .	—	25	25
	100	100	100

Для шпаклевки применяются также нитрошпаклевки марок АШ-24 и АШ-30.

**Лаки спиртовые.** Для окраски моделей применяется модельный лак 91 красного, синего и черного цвета и модельный лак 92 желтого цвета.

**Нитроэмали.** Для грунтовки и окраски моделей применяются нитроэмали 624а и 624с. Разбавление нитроэмалей производится нитрорастворителями 645, 646 и 647.

### Шкурка шлифовальная

Для отделки и зачистки поверхности деревянных моделей применяется шлифовальная шкурка различных номеров зернистости:

Номера зернисто- сти . . . .	24	36	46	60	80	100	120	140	170	200	280
Размеры зерна абра- зива в по- перечнике, мм . . . .	0,71	0,50	0,35	0,25	0,177	0,149	0,126	0,105	0,088	0,074	0,063

Шкурки с зернистостью 24—60 относятся к крупнозернистым, с зернистостью 80—120 — к среднезернистым и с зернистостью 14—280 — к мелкозернистым.

### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение. Энциклопедический справочник. т. 6. Машгиз, 1947.
2. Кузелев М. Я., Скворцов А. А. и Смеляков Н. Н. Справочник рабочего-литейщика. Машгиз, изд. 3, 1961.
3. Рабинович Я. И. Справочник мастера модельного производства. КОИЗ, 1956.
4. Головин С. Я. Краткий технологический справочник литейщика, Машгиз, 1960.
5. Брошюра по обмену опытом, Высокотемпературный метод сушки древесины в петролатуме, ЦБТИ, 1957.



## ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Основную часть этой главы составляет рассмотрение тех требований к изготовлению моделей, которые предъявляются технологией производства отливок в песчаных формах. В этой главе приводятся подробные данные о величинах формовочных уклонов, о припусках на механическую обработку, о размерах знаков, о величинах зазоров между знаками моделей и знаками стержней и другие.

### 1. МАРКИ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ

Основным литейным сплавом является *серый чугун*. Марки серого чугуна (ГОСТ 1412—54) обозначаются буквами СЧ (что значит «серый чугун») и двумя двузначными числами: первое число обозначает наименьшее значение предела прочности чугуна данной марки при испытании его на растяжение (в  $\text{кг/мм}^2$ ), а второе — наименьшее значение предела прочности чугуна той же марки при испытании его на изгиб (также в  $\text{кг/мм}^2$ ):

СЧ 12—28, СЧ 15—32, СЧ 18—36, СЧ 21—40, СЧ 24—44, СЧ 28—48, СЧ 32—52, СЧ 36—56, СЧ 38—60. Десятая марка серого чугуна обозначается СЧ00. Это самая простая и самая дешевая марка серого чугуна, предназначенная для изготовления самых неотвественных отливок. Механическим испытаниям чугун этой марки не подвергается.

*Высокопрочный чугун* отличается от серого более высокими значениями предела прочности и значительно более высокой пластичностью. Марки высокопрочного чугуна (ГОСТ 7293—54) обозначаются буквами ВЧ (что значит «высокопрочный чугун») и двумя числами: первое двузначное число обозначает наименьшее значение предела прочности при испытании чугуна данной марки на растяжение (в  $\text{кг/мм}^2$ ), а второе число — наименьшее значение относительного удлинения (в %) также при испытании на растяжение: ВЧ 45—0; ВЧ 50—1,5; ВЧ 60—2; ВЧ 45—5; ВЧ 40—10.

Некоторые наиболее нагруженные и ответственные отливки изготавливаются из стали. Марки стали для отливок (ГОСТ 977—58) обозначаются двузначным числом и буквой Л (что значит «литейная»). Двузначное число указывает среднее содержание углерода в сотых долях процента: 15Л; 20Л; 25Л; 30Л; 35Л; 40Л; 45Л; 50Л и 55Л. Например, в стали марки 15Л содержится 0,15% углерода (точнее от 0,12 до 0,20%).

Из большого количества литейных бронз и латуней чаще других применяются бронзы: алюминийно-железная марки Бр. АЖ 9—4Л (9% алюминия, 4% железа, остальное медь), алюминийно-марганцовая марки Бр. АМц 9—2 (9% алюминия, 2% марганца, остальное медь), оловянно-цинково-свинцовая марки Бр. ОЦС 5—5—5 (5% олова, 5% цинка, 5% свинца, остальное медь) и латуни: свинцовая марки ЛС 59—1Л (59% меди, 1% свинца, остальное цинк), кремнистая марки ЛК 80—3 (80% меди, 3% кремния, остальное цинк) и марганцово-железная марки ЛМцЖ 55—3—1 (55% меди, 3% марганца, 1% железа, остальное цинк).

Из литейных алюминиевых сплавов наибольшее распространение получили силумины марок АЛ2, АЛ4 и АЛ9. Буквы АЛ в этих марках обозначают: «алюминиевый литейный сплав», а цифры — условный номер сплава.

## 2. ОПОКИ

Размеры опок, применяемых при машинной формовке, даны в табл. 40.

При выборе опоки руководствуются необходимостью соблюдения минимальных расстояний моделей и элементов литниковых систем от стенок и ребер опоки (фиг. 49). Минимальные значения этих расстояний в зависимости от размеров опок в свету, а также от некоторых размеров модели, стержней и литниковых систем даны в табл. 41—44.

Таблица 40

Опоки, применяемые при машинной формовке

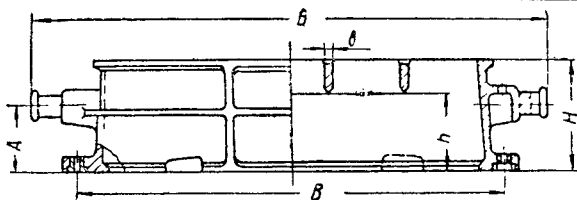
							
Размеры в мм							
Тип формовочной машины	Размеры опоки в свету	H	h	A	B	B	б
Для безопочной формовки	254×457	127	—	—	—	—	—
	305×355	127	—	—	—	—	—
Встряхивающая с подпрессовкой	450×490	70	—	—	—	—	—
	450×490	120					
	450×190	200					
	Ø450	120					

Таблица 40 (продолжение)

Тип формовочной машины	Размеры опоки в свету	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	<i>с</i>
232	700×700 700×700 700×700	150 300 350	65 215 265	90 175 210	994	810	12
	1000×500 1000×500 1000×500	200 300 400	120 220 320	120 180 240			
233	1000×750 1000×750 1000×750 1000×750	200 300 400 550	110 210 310 460	120 140 240 330	1420	1150	14
	1000×1000 1000×1000	300 350	215 265	180 210			
234	1000×1000	550	465	330	1420	1150	12
	1520×1000 1520×1000	400 600	290 490	240 360	1950	1640	51
	1350×1150 1350×1150 1350×1150 1350×1150	200 300 500 730	90 190 390 620	120 180 300 440	1850	1540	15
235	2000×1000 2000×1000 2000×1000	300 500 700	190 390 590	180 300 400	2484	2230	20
	1500×1500 1500×1500 1500×1500	300 500 700	190 390 590	180 300 390	1994	1720	20
	1700×1400 1700×1400 1700×1400	300 500 730	190 390 620	180 300 440	2220	1890	15

Таблица 40 (продолжение)

Тип формовочной машины	Размеры опроки в свету	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>Б</i>	<i>В</i>	<i>в</i>
17-тонная фор- мовочная машина	1800×1800	500	385	300	2400	2090	18
	2350×1800	300	190	180	2840	2530	18
	2350×1800	450	340	270			
	2350×1800	500	390	300			
	2000×1400	200	100	120	2500	2160	20
	2000×1400	300	200	180			
	2000×1400	500	400	300			
	2000×1400	700	600	420			
	Ø2250	400	250	240	2760	2450	20
	2450×1250	200	80	100	1800	1480	15
	2450×1250	400	280	240			
	2450×1250	600	480	360			
	3000×2000	300	150	180	3680	3240	30
	3000×2000	600	450	360			
	3000×2000	900	750	540			
	3500×2500	650	470	390	3680	2720	35
	4000×1500	400	250	240	4700	4270	35
	4000×1500	900	750	540			
	4000×2500	300	150	180	4700	4270	30
	4000×2500	600	450	360			
	3800×2600	770	300	550	4500	4050	35
	3800×2600	800	650	480			
40-тонный встряивающий стол	3000×3000	300	—	150	3800	3240	—
	3000×3000	515	300	250	3800	3240	40
	3000×3000 (рамка)	500	—	250	3800	3240	—
	4000×3000	515	300	250	4800	4270	40
	4000×3000	500	—	250			
	3600×3600	600	400	360	4400	3870	40

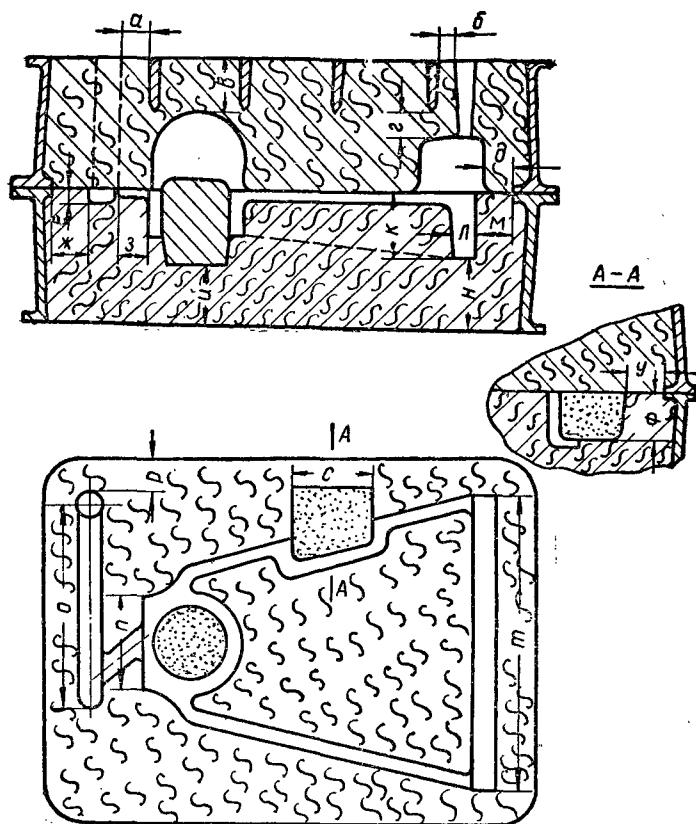
Таблица 40 (окончание)

Тип формовочной машины	Размеры опоки в свету	<i>H</i>	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>a</i>
40-тонный встряхивающий стол	5000×3000	515	300	250	5800	5250	40
	5000×3000 (рамка)	300	—	150			—
	5000×3000 (рамка)	500	—	250			—
	6000×1500	450	80	250	6800	6250	35
	6000×1500	800	620	380			
	2500×2500	250	100	125	3310	2720	35
	2500×2500	700	420	420			
	2500×2500	850	700	420			
	2500×2500	900	570	500			
	2500×2500	1100	700	600			

Таблица 41

Размеры (мм) на фиг. 49 в зависимости от размеров опок в свету

Размеры	Размеры опок в свету, мм											
	700×700	1000×750	1000×1000	1520×1000	1350×1150	2000×1000	1700×1400	1500×1500	1800×1800	2350×1800	D 2250	2500×2500 и другие для 40-тон- ного стола
<i>д</i>	50				60							100
<i>и</i>	100		120			140						200
<i>н</i>	110		130			150						250
<i>е</i>	10				20							30
<i>в</i>	70		90					100			180	
<i>р</i>	50—60						100				150	
<i>а</i>	30					50—60						80
<i>б</i>	20					30—40						50



Фиг. 49. Расположение моделей и литниковых систем по отношению к стенкам и ребрам опоки.  
Значения размеров см. в табл. 41—44.

Таблица 42

Размеры  $ж$  и  $з$  на фиг. 49

Размеры $o$ и $n$ мм	Размеры $ж$ и $з$ при $e$ , равном, (мм)					
	25	30	35	40	45	50
до 500	40	40	45	45	45	45
501—750	45	45	45	45	50	50
751—1000	45	45	45	50	50	50
св. 1000	45	45	50	50	55	60

Таблица 43

Размер  $y$  на фиг. 49.

Размер $c$ , мм	Размер $y$ при $\phi$ , равном (мм)					
	до 100	101—200	201—300	301—400	401—500	св. 500
до 150	15	20	20	25	25	30
151—400	15	20	20	25	30	35
401—800	15	20	25	30	35	40
801—1250	20	20	25	35	40	45
1251—1750	20	20	25	35	45	55
св. 1750	20	25	35	45	55	60

Таблица 44

Размер  $m$  на фиг. 49 при  $l \leq 200$  мм

Размер $m$ , мм	Размер $m$ при $k$ , равном (мм)				
	до 80	81—160	161—300	301—500	св. 500
до 100	30	35	45	55	60
до 200	35	40	50	60	65
201—400	40	45	55	65	70
401—700	45	50	60	70	75
701—1000	50	55	65	75	80
св. 1000	55	60	70	80	85

### 3. МОДЕЛИ

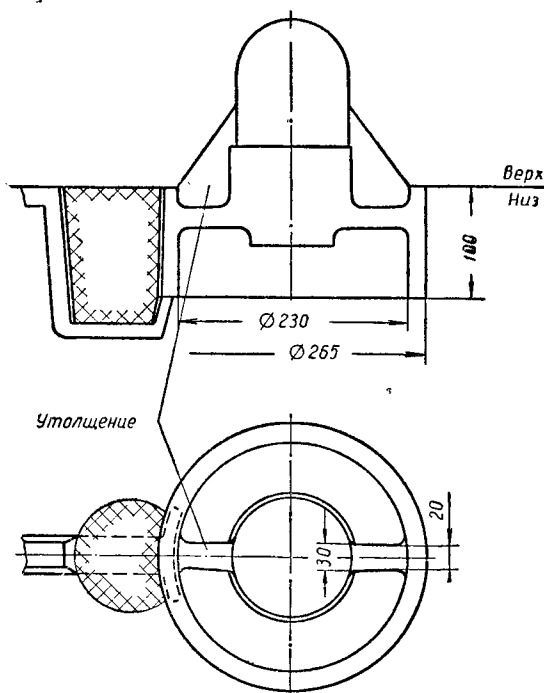
Форма и размеры моделей соответствуют форме и размерам литой детали с некоторыми изменениями, определяемыми литейной технологией.

#### Технологические утолщения

Для получения плотной отливки без усадочных раковин должно быть обеспечено направленное затвердевание металла снизу вверх, при котором прибыли затвердевают последними. Если конфигурация отливки такова, что направленное затвердевание не может происходить, толщину некоторых частей отливки увеличивают. Это *технологические утолщения*. Они могут быть удаляемыми и неудаляемыми.

Технологические утолщения удаляются в том случае, если они устанавливаются на поверхностях, подлежащих механической обработке (фиг. 50). Применение *неудаляемых* технологических утолщений особенно рационально на отливках, которые при монтаже агрегата устанавливаются на фундамент, а также на необрабатываемых поверхностях деталей, которые в работе не вращаются. При симметричном расположении технологических утолщений возможно применение их и на вращающихся отливках (зубчатых колесах и т. п.).

Располагать неудаляемые технологические утолщения желательно на внутренних поверхностях отливок. При расположении технологических утолщений на наружных поверхностях необходимо выполнять их таким образом, чтобы они не ухудшали внешний вид и конструкцию деталей.



Фиг. 50. Пример применения удаляемых технологических утолщений на отливке тормозного шкна.

### Формовочные уклоны

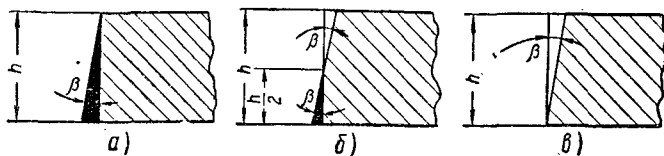
Формовочные уклоны по ГОСТ 3212—57 придаются рабочим поверхностям деревянных моделей в том случае, если в отливке нет конструктивных уклонов, благодаря которым модель легко извлекается из формы или стержень из стержневого ящика, без нарушения целостности формы и стержня. Формовочные уклоны в зависимости от требований, предъявляемых к поверхностям отливки, выполняются:

а) на обрабатываемых поверхностях сверх припуска на механическую обработку путем увеличения размеров отливки (фиг. 51, а);

б) на необрабатываемых поверхностях, которые не сопрягаются с другими деталями, путем одновременного увеличения и уменьшения размеров отливки (фиг. 51, б);



в) на необрабатываемых поверхностях, которые сопрягаются с другими деталями, путем уменьшения (фиг. 51, в), увеличения или одновременного увеличения и уменьшения размеров отливки,



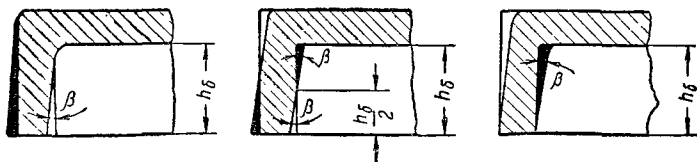
Фиг. 51. Расположение формовочных уклонов по отношению к стенке отливки.

Формовочные уклоны наружных поверхностей моделей или стержневых ящиков в зависимости от высоты  $h$  соответствующей части модели должны быть равны:

$h$ , мм	Величина уклона в град. в мм	$h$ , мм	Величина уклона в град. в мм
до 20	3°	1,0	20' 6,5
21—50	1°30'	1,3	20' 7,0
51—100	1°	1,7	20' 7,5
101—200	45'	2,5	20' 8,0
201—300	30'	3,0	20' 8,5
301—400	30'	3,5	15' 9,0
401—500	30'	4,3	15' 9,5
501—650	30'	5,3	15' 11,0
651—800	20'	6,0	15' —
		св. 2500	

Формовочные уклоны болванов (фиг. 52) в зависимости от высоты  $h_b$  соответствующей части модели при  $\frac{d}{h_b} \geq 1$  (где  $d$  — диаметр или наименьшая ширина болвана) должны быть равны:

$h_0, мм$	Величина уклона в град. в мм		$h_0, мм$	Величина уклона в град. в мм	
до 20	3°	1,0	301—400	45'	5,3
21—50	2°30'	2,0	401—500	45'	6,5
51—100	1°30'	2,5	501—650	45'	8,5
101—200	1°	3,5	651—800	45'	10,5
201—300	45'	4,0	св. 800	30°	—



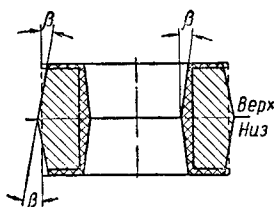
Фиг. 52. Расположение формовочных уклонов на болванах по отношению к внутренним стенкам отливки.

При  $\frac{d}{h_6} \leq 1$  внутренние поверхности выполняются стержнями.

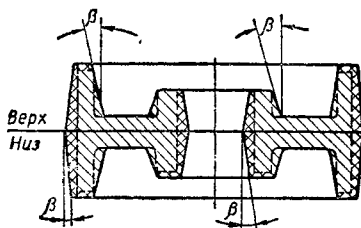
Величина формовочного уклона болванов, снимаемых вместе с верхней опорой, может быть увеличена не более чем в два раза.

Формовочные уклоны стержневых ящиков рекомендуется выполнять равными формовочным уклонам модели.

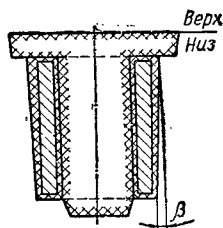
Примеры выполнения формовочных уклонов показаны на фиг. 53—56.



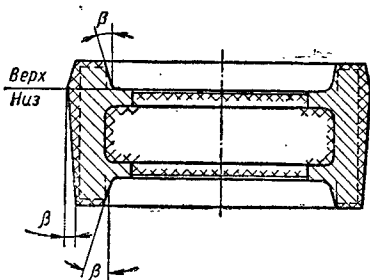
Фиг. 53. Пример выполнения формовочных уклонов на модели, формируемой с болваном. Уклоны на модели выполнены путем одновременного увеличения и уменьшения толщины стенки, уклоны на болване — путем только увеличения, так как отливка обрабатывается по внутреннему диаметру.



Фиг. 54. Пример выполнения формовочных уклонов на модели, формируемой с болваном, путем увеличения толщины обрабатываемых и необрабатываемых стенок.



Фиг. 55. Пример выполнения формовочных уклонов на модели и стержневом ящике. Уклоны на модели выполнены путем увеличения толщины стенок. Стенки стержневого ящика выполнены без уклона.



Фиг. 56. Пример выполнения формовочных уклонов на модели с различной высотой верхней и нижней части. Уклон высокой части устанавливается на основании табличных данных, уклон низкой части определяется сам собой при совмещении частей модели по плоскости разреза.

# Припуски на механическую обработку

Припуском на механическую обработку является слой металла (на сторону), предназначенный для снятия в процессе механической обработки. Припуски на механическую обработку чугуновых (ГОСТ 1855—55) и стальных (ГОСТ 2009—55) отливок устанавливаются в соответствии с классом точности их изготовления:

1) для отливок I класса (массовое производство), II класса (серийное производство) и III класса (единичное производство) из чугуна по табл. 45, 46 и 47.

2) для отливок I класса (массовое производство), II класса (серийное производство) и III класса (единичное производство) из стали по табл. 48 и 49.

Припуски на механическую обработку отливок из цветных сплавов всех классов точности изготовления устанавливаются по табл. 50.

Под номинальным размером при установлении припусков на механическую обработку следует понимать наибольшее расстояние между противоположными обрабатываемыми поверхностями или расстояние от базисной поверхности или оси (указанной в чертеже отливки или детали) до обрабатываемой поверхности.

На механическую обработку отливаемых отверстий должны приниматься те же припуски независимо от расположения отверстий.

Таблица 45

Припуски на механическую обработку отливок I класса из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм								
		до 50	51—120	121—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000
до 120	верх,	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—
121—260	верх,	2,5	3,0	3,0	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	2,0	2,5	2,5	—	—	—	—	—	—
261—500	верх,	3,5	3,5	4,0	4,5	—	—	—	—	—
	низ, бок	2,5	3,0	3,5	3,5	—	—	—	—	—
501—800	верх,	4,5	4,5	5,0	5,5	5,5	—	—	—	—
	низ, бок	3,5	3,5	4,0	4,5	4,5	—	—	—	—
801—1250	верх,	5,0	5,0	6,0	6,5	7,0	7,0	—	—	—
	низ, бок	3,5	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	—	—	—
1251—2000	верх,	5,5	6,0	6,5	7,0	7,0	7,5	8,0	—	—
	низ, бок	4,0	4,5	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	—	—
2001—3150	верх,	6,0	6,5	6,5	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	—
	низ, бок	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5	—
3151—5000	верх,	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	9,5	10	11
	низ, бок	4,5	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,5

Таблица 46

Припуски на механическую обработку отливок II класса из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм									
		до 50	51—120	121—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001—6300
до 120	верх,	3,5	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	2,5	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—
121—260	верх,	4,0	4,5	5,0	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	3,0	3,5	4,0	—	—	—	—	—	—	—
261—500	верх,	4,5	5,0	6,0	6,5	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	3,5	4,0	4,5	5,0	—	—	—	—	—	—
501—800	верх,	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	—	—	—	—	—
	низ, бок	4,0	4,5	4,5	5,0	5,5	—	—	—	—	—
801—1250	верх,	6,0	7,0	7,0	7,5	8,0	8,5	—	—	—	—
	низ, бок	4,0	5,0	5,0	5,5	5,5	6,5	—	—	—	—
1251—2000	верх,	7,0	7,5	8,0	8,0	9,0	9,0	10	—	—	—
	низ, бок	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	6,5	7,5	—	—	—
2001—3150	верх,	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10	11	12	—	—
	низ, бок	5,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	—	—
3151—5000	верх,	7,5	7,5	8,0	8,5	9,0	10	11	12	13	—
	низ, бок	5,5	5,5	6,0	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10,0	—
5001—6300	верх,	7,5	8,0	8,5	9,0	10	11	12	13	14	15
	низ, бок	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	9,0	10	11	12

Таблица 47

Припуски на механическую обработку отливок III класса из серого чугуна

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм									
		до 120	121—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001—6300	6301—10000
до 120	верх,	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121—260	верх,	5	5,5	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—
261—500	верх,	6	7	7	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4,5	5	6	—	—	—	—	—	—	—
501—800	верх,	7	8	8	9	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	5	5	6	7	—	—	—	—	—	—
801—1250	верх,	7	8	8	9	10	—	—	—	—	—
	низ, бок	5,5	6	6	7	7,5	—	—	—	—	—
1251—2000	верх,	8	8	9	9	10	12	—	—	—	—
	низ, бок	6	6	7	7	8	9	—	—	—	—
2001—3150	верх,	9	9	10	10	11	12	14	—	—	—
	низ, бок	7	7	8	8	9	9	10	—	—	—
3151—5000	верх,	9	10	10	11	12	14	15	16	—	—
	низ, бок	7	8	8	9	9	11	12	13	—	—
5001—6300	верх,	9	10	11	12	13	14	16	18	20	—
	низ, бок	7	8	9	9	10	11	13	15	17	—
6301—10000	верх,	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24
	низ, бок	7	8	9	10	11	13	15	17	19	21

Таблица 48

Припуски на механическую обработку отливок III класса из стали

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм									
		до 120	121—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001—6300	6301—1000
до 120	верх,	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
121— 260	верх,	5	6	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4	5	—	—	—	—	—	—	—	—
261— 500	верх,	6	8	9	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	5	6	6	—	—	—	—	—	—	—
501— 800	верх,	7	8	10	11	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	5	6	7	7	—	—	—	—	—	—
801—1250	верх,	9	10	11	12	13	—	—	—	—	—
	низ, бок	6	7	8	8	9	—	—	—	—	—
1251—2000	верх,	10	11	12	13	14	16	—	—	—	—
	низ, бок	7	8	9	9	10	11	—	—	—	—
2001—3150	верх,	10	11	13	14	15	16	17	—	—	—
	низ, бок	8	9	10	10	11	12	13	—	—	—
3151—5000	верх,	12	13	14	15	16	17	18	20	—	—
	низ, бок	9	10	11	11	12	13	14	16	—	—
5001—6300	верх,	—	14	15	16	18	20	21	23	25	—
	низ, бок	—	10	11	12	13	14	15	17	20	—
6301—1000	верх,	—	—	16	18	20	22	23	25	28	33
	низ, бок	—	—	12	13	14	15	16	18	22	26

Таблица 49

Припуски на механическую обработку отливок

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм									
		до 120	120—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001—6300	
I класса из стали (массовое производство)											
до 120	верх,	3, 5	—	—	—	—	—	—	—	—	
	низ, бок	3	—	—	—	—	—	—	—	—	
121— 260	верх,	4	5	—	—	—	—	—	—	—	
	низ, бок	3	3, 5	—	—	—	—	—	—	—	
261— 500	верх,	5	5	6	—	—	—	—	—	—	
	низ, бок	3	4	4	—	—	—	—	—	—	
501—800	верх,	5	6	7	7	—	—	—	—	—	
	низ, бок	4	4, 5	5	5	—	—	—	—	—	
801—1250	верх,	7	7	8	8	9	—	—	—	—	
	низ, бок	5	5	6	6	6	—	—	—	—	
1251—2000	верх,	8	8	9	9	9	10	—	—	—	
	низ, бок	6	6	6	7	7	7	—	—	—	
2001—3150	верх,	9	9	10	10	11	12	12	—	—	
	низ, бок	7	7	7	8	8	8	9	—	—	
3151—5000	верх,	10	10	11	12	12	13	13	16	—	
	низ, бок	8	8	8	8	9	9	10	12	—	

Таблица 49 (окончание)

Наибольший габаритный размер, стали, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер, мм								
		до 120	120—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000	2001—3150	3151—5000	5001—6300
II класса из стали (серийное производство)										
до 120	верх,	4	—	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4	—	—	—	—	—	—	—	—
121— 260	верх,	5	6	—	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	4	4	—	—	—	—	—	—	—
261— 500	верх,	6	7	7	—	—	—	—	—	—
	низ, бок	5	5	6	—	—	—	—	—	—
501— 800	верх,	7	8	9	10	—	—	—	—	—
	низ, бок	5	6	6	7	—	—	—	—	—
801—1250	верх,	8	9	10	10	11	—	—	—	—
	низ, бок	6	7	7	8	8	—	—	—	—
1251—2000	верх,	9	10	10	11	12	13	—	—	—
	низ, бок	7	7	8	8	9	9	—	—	—
2001—3150	верх,	10	11	11	12	13	13	14	—	—
	низ, бок	7	8	8	9	10	10	11	—	—
3151—5000	верх,	10	11	12	13	13	13	14	16	—
	низ, бок	8	8	9	9	10	10	11	13	—
5001—6300	верх,	12	13	13	14	14	15	15	16	20
	низ, бок	9	9	10	10	11	11	12	14	16

Таблица 50

Припуски на механическую обработку отливок из цветных сплавов

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Второй наибольший размер детали, мм							
		до 100	101—200	201—300	301—400	401—600	601—800	801—1200	1201—1500
до 200	Н, Б, Н	3	4	—	—	—	—	—	—
	В	5	6	—	—	—	—	—	—
	Б, В	4	5	—	—	—	—	—	—
201—300	Н, Б, Н	4	5	5	—	—	—	—	—
	В	6	7	7	—	—	—	—	—
	Б, В	5	6	6	—	—	—	—	—
301—400	Н, Б, Н	5	5	5	6	—	—	—	—
	В	7	7	8	8	—	—	—	—
	Б, В	6	6	6	7	—	—	—	—

Таблица 50 (окончание)

Наибольший габаритный размер детали, мм	Положение поверхности при заливке	Второй наибольший размер детали, мм							
		до 100	101—200	201—300	301—400	401—600	601—800	801—1200	1201—1500
401—600	Н, Б, Н	6	6	6	6	7	—	—	—
	В	8	8	9	9	9	—	—	—
	Б, В	7	7	7	7	8	—	—	—
601—800	Н, Б, Н	7	7	7	7	7	8	—	—
	В	9	9	9	9	9	9	—	—
	Б, В	8	8	8	8	8	9	—	—
801—1200	Н, Б, Н	7	7	8	8	8	9	9	—
	В	10	10	10	10	10	10	10	—
	Б, В	8	8	9	9	10	10	10	—
1201—1500	Н, Б, Н	8	8	9	9	10	10	10	10
	В	11	11	12	12	12	12	12	12
	Б, В	10	10	10	10	10	10	10	10

Примечание. 1. Для тел вращения малой высоты за оба размера принимается диаметр.  
 2. Н — нижние поверхности; В — верхние поверхности; Б, Н — боковые наружные поверхности; Б, В — боковые внутренние поверхности.

### Линейная усадка

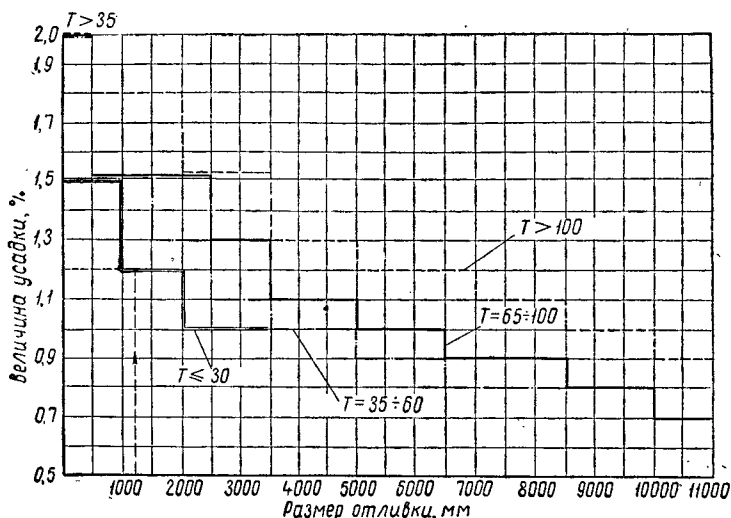
Значения линейной усадки различных сплавов приведены в табл. 51.

Для определения величины линейной усадки отливок из углеродистых и низколегированных сталей на Уралмашзаводе на основании многолетней практики разработана диаграмма, представленная на фиг. 57. Пусть, например, требуется определить величину линейной усадки отливки рычага из стали 35Л, имеющего длину 1200 мм и толщину стенки 25 мм. По диаграмме находим (показано стрелкой), что она равна 1,2%.

Таблица 51

### Линейная усадка различных сплавов

Сплав	Отливки	Линейная усадка
Серый чугун	Мелкие	0,8—1,2
	Средние	0,6—1,0
Углеродистая сталь	Крупные	0,4—0,8
	Мелкие	1,8—2,2
Медные сплавы	Средние	1,6—2,0
	Крупные	1,4—1,8
Алюминиевые и магниевые сплавы	Мелкие	1,4—1,6
	Средние	1,0—1,4
	Крупные	0,8—1,2
	Мелкие	0,8—1,35
	Средние	0,7—1,2
	Крупные	0,6—1,0



Фиг. 57. Диаграмма для определения линейной усадки отливок из углеродистой и низколегированной стали.  $T$  — толщина стенки отливки в мм.

### Размеры знаков стержней

Стержни могут иметь вертикальные или горизонтальные знаки. Для удобства сборки форм верхние вертикальные знаки должны иметь уклон 1 : 5, нижние 1 : 10.

Высота вертикальных знаков  $h$  в зависимости от высоты  $H$  и поперечных размеров  $A$  стержня определяется по табл. 52.

При сифонном подводе металла, когда питатель соприкасается со знаковой частью стержня, высота нижнего вертикального знака увеличивается в зависимости от размеров питателя.

Длина горизонтальных знаков стержней, устанавливаемых в форму на две опоры, определяется, в зависимости от расстояния между опорами и диаметра или высоты знаковой части стержня, по табл. 53.

### Величина зазоров между знаками форм и стержней

Для правильной сборки форм должны быть предусмотрены зазоры между формой и стержнями. Зазоры необходимы для компенсации погрешностей изготовления модельного комплекта, формы и стержней.

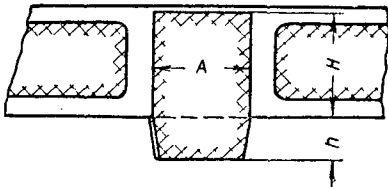
Величина зазоров зависит от способа формовки, размеров формы и стержней, формовочных и стержневых материалов и многих других факторов.

В табл. 54 даны величины зазоров  $a$  между знаками песчано-глинистых стержней и форм ручной и машинной формовки на координатных плитах, в зависимости от габаритных размеров  $A$  и  $B$  стержней.



Таблица 52

Размеры (мм) вертикальных знаков



The diagram shows a cross-section of a vertical sign. It consists of a central rectangular part with a width labeled 'A' and two side flaps. The height of the central part is labeled 'h'. The side flaps have a trapezoidal shape, wider at the top. The entire sign is shown in a perspective view.

A	Величина h при H, равном									
	до 100	101—160	161—250	251—400	401—650	651—1000	1001—1500	1501—2000	2001—2500	2501—3200
до 100	40	50	60	70	80	—	—	—	—	—
101—160	50	60	60	80	80	100	—	—	—	—
161—250	50	60	60	80	80	100	120	—	—	—
251—400	60	60	70	80	80	100	120	120	—	—
401—650	70	70	70	80	80	100	120	120	120	—
651—1000	80	80	80	80	90	100	120	120	120	120
1001—1500	—	100	100	100	100	120	120	120	120	140
1501—2000	—	—	120	120	120	120	130	140	140	160
2001—2500	—	—	—	150	150	150	160	160	170	180
2501—3200	—	—	—	150	150	150	160	160	180	180
свыше 3200	—	—	—	150	150	150	180	180	180	200

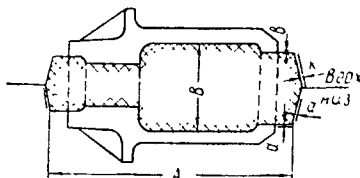
Таблица 53

Длина горизонтальных знаков (мм)

Длина стержня между опорами	Характер формы	Длина знака при диаметре или высоте знака							
		до 100	101—160	161—250	251—400	401—650	651—1000	1001—1600	1601—2500
до 100	сырая	25	30	35	40	—	—	—	—
	сухая	25	30	35	40	—	—	—	—
101—200	сырая	30	35	40	50	60	—	—	—
	сухая	30	35	40	50	60	—	—	—
201—400	сырая	40	50	60	70	100	—	—	—
	сухая	40	50	60	70	100	120	—	—
401—700	сырая	50	60	80	110	180	220	—	—
	сухая	50	60	80	110	130	150	180	—
701—1200	сырая	—	80	120	190	230	—	—	—
	сухая	—	80	100	130	150	160	180	200
1201—2000	сухая	—	—	130	150	160	180	200	220
2001—3000	сухая	—	—	—	160	180	200	220	250

Таблица 54

Величина зазоров в мм между знаками песчано-глинистых стержней и форм ручной и машинной формовки на координатных плитах



А	Величина зазора $\Delta$ при $B$ , равном										
	до 100	101—160	161—250	251—400	401—650	651—1000	1001—1500	1501—2000	2001—2500	2501—3200	свыше 3200
до 100	0,5	0,5	0,5	0,75	1,0	—	—	—	—	—	—
101—160	1,0	1,0	1,0	1,0	1,25	1,5	—	—	—	—	—
161—250	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	—	—	—	—
251—400	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	—	—	—	—
401—650	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,0	3,0	4,0	—	—	—
651—1000	3,0	3,0	3,0	3,5	3,5	4,0	4,0	5,0	5,0	—	—
1001—1500	—	—	—	4,5	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
1501—2000	—	—	—	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0
2001—2500	—	—	—	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
2501—3200	—	—	—	—	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0
св. 3200	—	—	—	—	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0

При различных поперечных размерах стержня по его длине величина зазора устанавливается для каждой части стержня в отдельности.

При относительно большой длине стержня, когда возможно его искривление, величина зазора  $a$  устанавливается больше табличной на 50%.

При установке рядом двух стержней величина зазора между ними устанавливается больше табличной в 1,5—2 раза в зависимости от размеров стержней.

При применении металлических модельных комплектов, а также при изготовлении стержней из масляных и быстросохнущих смесей величина зазора принимается меньше табличной на 30—50%.

Если стержни соединяются с формой или между собой под углом, величина зазора (см. фигуру к табл. 54) уменьшается в зависимости от угла наклона  $\alpha$ : при  $\alpha = 30^\circ$  в 1,2 раза, при угле  $\alpha = 45^\circ$  в 1,4 раза, при угле  $\alpha = 60^\circ$  в 2 раза.

Для предотвращения отداвливания форм и стержней при сборке должны быть предусмотрены зазоры  $b$  по высоте формы:

Диаметр или высота стержня, мм	Зазор $b$ , мм	Диаметр или высота стержня, мм	Зазор $b$ , мм
до 100	0,5	401— 600	2,5
101—180	1,0	601— 800	3,0
181—280	1,5	801—1200	3,5
281—400	2,0	св. 1200	4,0

Величина зазора  $k$  принимается в 1,5—2 раза больше зазора  $a$  в зависимости от размера стержня и формы.

Величина зазора  $d$  равна половине зазора  $b$ .

#### 4. ЛИТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

*Литниковой системой* называется система каналов, служащих для подвода металла в форму, питания отливки в процессе ее затвердевания и для отделения шлака от металла.

Литниковая система состоит из литниковой чаши, стояка с литниковой воронкой, шлакоуловителя (или литникового хода) и питателей (литников).

*Литниковая чаша* — металлоприемник, предназначенный для приема металла из ковша и удержания шлака от попадания его с жидким металлом в стояк.

*Стояк* — вертикальный канал, соединяющий литниковую чашу со шлакоуловителем.

*Литниковая воронка* — расширение верхней части стояка. Применяется преимущественно при изготовлении стальных отливок.

*Шлакоуловитель* — промежуточный канал литниковой системы, служащий для распределения металла из стояка по питателям и улавливания шлака, попавшего в литниковую систему вместе с жидким металлом. В стальном и цветном литье шлакоуловитель иногда называется *литниковым ходом*.

*Питатели* (литники) — литниковые каналы, подводящие металл непосредственно в полость формы.

В литниковую систему отливок из чугуна и цветных сплавов иногда вставляется *фильтровальная сетка* — песчаная или металлическая пластина с отверстиями, служащая для улавливания шлака и успокоения потока жидкого металла.

Способы подвода металла в форму:

а) сверху (фиг. 58, а) — применяется при изготовлении отливок из чугуна и цветных сплавов;

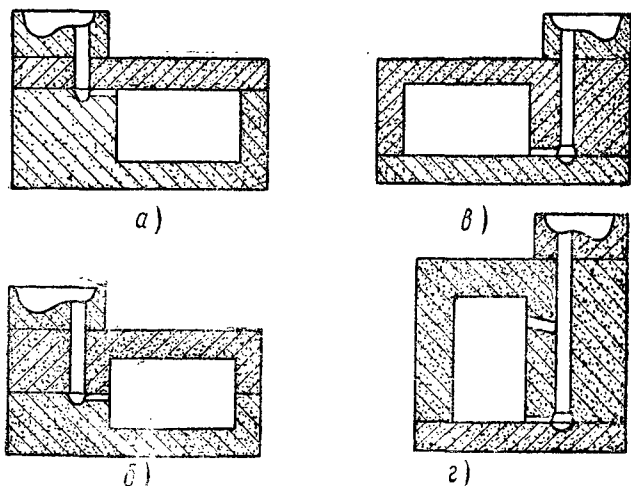
б) сбоку, с частичным свободным падением (фиг. 58, б) — применяется при изготовлении всех видов отливок;

в) снизу — *сифоном* (фиг. 58, в), в том числе и через рожковые питатели, — применяется при изготовлении всех видов отливок;

г) комбинированный (фиг. 58, г), когда питатели располагаются на разных уровнях формы и заполнение формы происходит последовательно, т. е. сначала через нижний ярус питателей, затем через питатели следующих ярусов. Этот способ применяется преимущественно при изготовлении крупных отливок. К этому способу подвода

металла можно также отнести подвод через вертикальный щелевой питатель.

Конструкция литниковой системы оказывает непосредственное влияние на получение качественной отливки и на расход металла на



Фиг. 58. Способы подвода металла в форму  
 а — сверху по разъему; б — сбоку с частичным падением; в — снизу сифоном;  
 г — комбинированный, ступенчатый.

отливку. Литниковая система должна удовлетворять следующим требованиям:

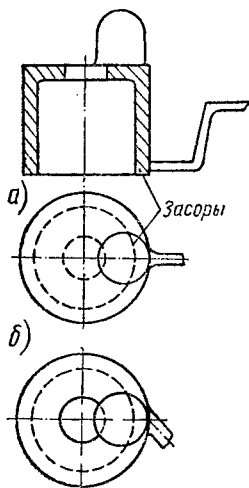
- 1) обеспечивать заполнение формы металлом в заданное время;
- 2) обеспечивать наиболее короткий путь прохождения металла до формы;
- 3) обеспечивать отделение от жидкого металла шлака;
- 4) обеспечивать спокойное заполнение формы металлом;
- 5) не допускать размыва формы вследствие неправильного направления и большой скорости потока металла, поступающего в полость формы;
- 6) не допускать преждевременного соприкосновения верхних поверхностей формы с металлом, приводящего к ухудшению качества поверхности отливки;
- 7) не создавать торможения усадки;
- 8) не производить местного разогрева отдельных частей отливки, приводящего к браку по усадочным раковинам, короблению, трещинам и другим порокам;
- 9) обеспечить минимальный расход металла на литниковую систему.

Расчет литниковых систем производится технологами-литейщиками. Неправильное устройство литниковых систем приводит к образованию многих литейных пороков.

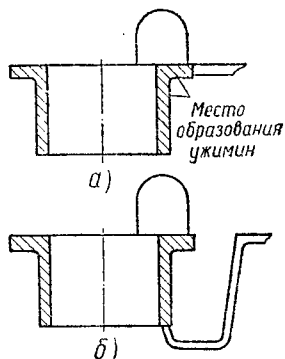
**Песчаные раковины (засоры).** Песчаные раковины в отливках образуются в результате разрушения поверхности форм и каналов литниковых систем при движении по ним жидкого металла, а также в результате попадания в форму неметаллических частиц через прибыли, выпоры и т. д.

Предотвратить разрушение формы можно применением касательного и сифонного подвода металла (фиг. 59 и 60).

**Ужимины.** Основными факторами, влияющими на образование ужимин, являются подвод металла сверху и медленная заливка форм. Мерами предупреждения брака могут служить применение сифонного подвода металла в форму (см. фиг. 60) и увеличение скорости заливки путем увеличения сечения литниковой системы.



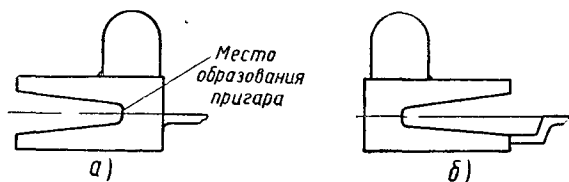
Фиг. 59. Образование засоров при неправильном подводе металла (а) и устранение этого брака при касательном подводе металла (б).



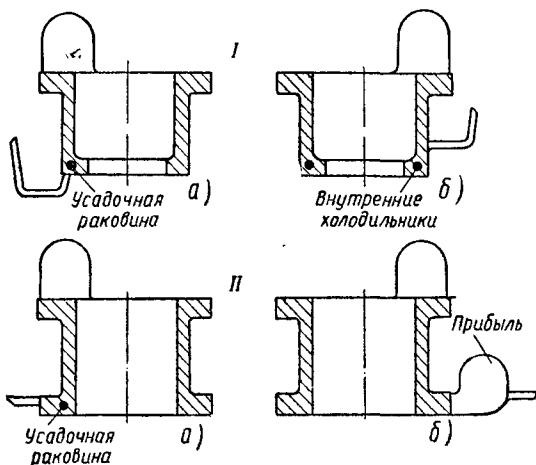
Фиг. 60. Образование ужимин при подводе металла сверху (а) и устранение этого брака при сифонном подводе металла (б).

**Пригар.** На образование пригара оказывают большое влияние температура жидкого металла при заливке форм, выбор места подвода металла и скорость заполнения формы металлом. Подвод металла к массивным местам, а также к сочленениям, образующим тонкие части формы, приводит к браку отливок по пригару. Мерами по устранению пригара являются рассредоточенный (через несколько питателей) подвод металла и подвод по возможности к тонким частям формы (фиг. 61).

**Усадочные раковины.** Предупреждение усадочных раковин достигается при направленном затвердевании отливки снизу вверх. Это обеспечивается подводом металла в прибыли или непосредственно



Фиг. 61. Образование пригара при подводе металла в толстую часть отливки (а) и устранение пригара при подводе металла в тонкую часть отливки (б).



Фиг. 62. Образование усадочной раковины:

I — в отливке стакана (а) и устранение ее изменением подвода металла и установкой холодильников (б).  
II — в отливке втулки (а) и устранение ее установкой подливной прибыли (б).

под прибылью, а также подводом металла в тонкие части отливки (фиг. 62).

**Горячие трещины.** Горячие трещины из-за неправильного устройства литниковой системы чаще всего образуются непосредственно у мест подвода питателей или вблизи них. К мерам предупреждения горячих трещин относятся:

1) устройство галтелей и усадочных ребер в местах подвода питателей к телу отливки; 2) создание пружинящих литниковых систем; 3) рассредоточенный подвод металла и 4) уменьшение толщины питателей в местах сочленения их с телом отливки.

**Холодные трещины.** Причиной образования холодных трещин является наличие в отливке остаточных литейных напряжений, образующихся при неравномерном охлаждении отливки. Основные меры борьбы с холодными трещинами состоят в уменьшении в от-

ливке остаточных напряжений путем создания условий, при которых обеспечивалось бы равномерное охлаждение отливки. Наиболее склонны к образованию холодных трещин отливки, имеющие сочетание замкнутых толстых и тонких сечений, например зубчатые колеса, бегунки, маховики и др. Чувствительность к холодным трещинам повышается с увеличением размеров отливок, увеличением разности в толщине их стенок, а для стальных отливок также и с увеличением содержания углерода в стали. Легированные стали более чувствительны к образованию холодных трещин, чем углеродистые. Подвод металла можно существенно влиять на условия охлаждения отливки, а следовательно, на образование в ней холодных трещин. Подвод металла необходимо осуществлять в частях отливки, затвердевающих первыми, т. е. более тонких, с тем чтобы охлаждение отливки было равномерным.

### 5. ПРИБЫЛИ

При переходе металла из жидкого состояния в твердое его объем уменьшается и образуется усадочная раковина. Это происходит вследствие разницы удельных весов жидкого и твердого металла. Удельный вес твердой стали  $7,8 \text{ г/см}^3$ , а жидкой —  $7,0 \text{ г/см}^3$ .

Пример. Вес отливки равен  $91 \text{ кг}$  или  $91\,000 \text{ г}$ . Объем жидкого металла

$$\frac{91000}{7,0} = 13\,000 \text{ см}^3.$$

Объем  $91 \text{ кг}$  твердой стали

$$\frac{91000}{7,8} = 11\,700 \text{ см}^3.$$

Объем усадочной раковины (без учета влияния линейной усадки на изменение объема отливки)

$$13\,000 - 11\,700 = 1\,300 \text{ см}^3.$$

Чтобы предотвратить образование усадочных раковин в отливках, предусматриваются прибыли. Прибыль представляет собой технологический прилив к отливке, в котором образуется усадочная раковина. Для того чтобы усадочная раковина образовывалась в прибыли, прибыль должна охлаждаться и затвердевать последней.

Расход металла на прибыли во многом зависит от их формы. При одних и тех же размерах наименьшая скорость охлаждения прибыли, а следовательно, и расход металла на прибыль достигается при минимальном отношении площади внешней поверхности к объему прибыли.

Наименьшую скорость охлаждения имеют шаровые прибыли, затем закрытые цилиндрические, закрытые с закругленными углами, открытые цилиндрические и открытые с закругленными углами. Закрытые прибыли бывают сужающимися кверху и расширяющимися кверху. Открытые прибыли должны устанавливаться только в тех случаях, когда применение прибыли закрытой формы затруднено.

Уклон боковых прибылей: открытых  $1:10$ , закрытых  $2-3^\circ$ .

**Выбор места установки и количества прибылей.** При выборе места установки и количества прибылей необходимо учитывать следующее:

1) усадочная раковина образуется в местах отливки, остывающих последними;

2) к местам отливки, остывающим последними, относятся ее наиболее массивные части, местные утолщения, узлы, сочленения отдельных элементов детали, а также места затрудненной теплоотдачи;

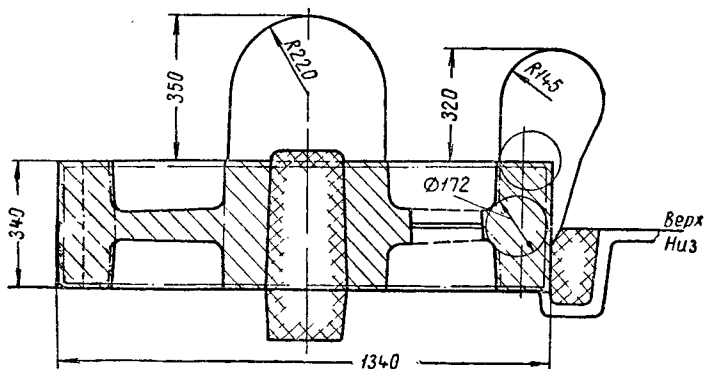
3) усадочная раковина стремится занять наивысшее положение в отливке;

4) устанавливаемые на отливках прибыли служат не только для подачи жидкого металла в образующиеся внутри отливок усадочные раковины, но и в качестве сборников всплывающих неметаллических включений и ликвационных выделений;

5) открытые прибыли, расположенные в верхних частях отливки, выполняют также и роль выпоров. Закрытые прибыли не исключают необходимости в установке выпоров;

6) расположение прибылей на необрабатываемых поверхностях отливки приводит к необходимости обработки или зачистки мест расположения прибылей.

Выбор мест установки прибылей, их размеров и конфигурации производят на основе правила направленного затвердевания стали, которое проф. А. А. Горшковым сформулировано следующим образом: «Получение отливки без усадочных раковин возможно, когда наиболее удаленные от прибыли части будут остывать первыми и по мере затвердевания непрерывно питаться жидким металлом от прибыли, застывающей последней».



Фиг. 63. Установка прибылей на отливке колеса.

Построение прибылей наиболее надежно производить по методу вписанных шаров (фиг. 63). Нужно определить размер наибольшего шара, который может поместиться в том месте отливки, которое питается прибылью. Этот шар должен свободно выкатиться в нижнее основание прибыли. Верхний срез прибыли должен быть больше нижнего в 1,5 раза.



Прибыли равнотелых стальных отливок и отливок, имеющих разницу толщины 1,5—2,5 см, могут быть рассчитаны по простейшей формуле

$$D_{шп} = 0,4 - 0,45 \sqrt[3]{V_{жм}} + T, \quad (34)$$

где  $D_{шп}$  — диаметр шаровой прибыли,  $\text{дм}$ ;  
 $V_{жм}$  — объем жидкого металла, необходимый для изготовления отливки,  $\text{дм}^3$ ;  
 $T$  — толщина стенки отливки,  $\text{дм}$ .  
 Высота прибыли равна  $1 - 1,1 D_{шп}$ .

## 6. ЛИТЕЙНЫЙ БРАК ПО ВИНЕ МОДЕЛЬЩИКОВ

Существует три вида брака:

1) окончательный — отливки, имеющие неисправимые пороки и значительные отклонения от норм и технических требований; такие отливки идут в шихту; 2) исправимый брак — отливки, имеющие исправимые пороки, после исправления которых отливки идут по назначению; 3) условный брак — отливки, имеющие небольшие отклонения и идущие по назначению после согласования с заказчиком.

Большие потери средств от брака требуют повседневной борьбы с ним. Борьба с браком заключается в принятии на различных этапах производства соответствующих мер, предупреждающих образование в отливках пороков, приводящих отливки к браку.

Основные виды брака отливок и его причины, зависящие от модельщиков, приведены в табл. 55.

Таблица 55

Основные виды брака отливок

Виды брака	Причины брака
Неправильные размеры отливок Перекосы-сдвиги одной части отливки относительно другой и сдвиги внутренних полостей относительно наружного контура Коробление	Ошибки при изготовлении моделей и стержневых ящиков Неправильный монтаж моделей на плитах; большие зазоры между знаками стержней и форм Недостаточно прочная конструкция модели
Недоливы	Несоответствие контуров модели и стержневого ящика, приводящее к значительному местному уменьшению толщины стенки отливки Искривление модельной плиты, несоответствие размеров знаков модели и стержневого ящика
Заливы, особенно по разъему формы и вдоль стержневых знаков	Задир поверхности формы неисправной моделью, несоответствие размеров знаков модели и стержневого ящика, вследствие чего происходит обжим формы; неправильное изготовление литниковой системы, при котором получается удар струи металла о стенки формы или о стержень
Засоры — песчаные раковины	Отсутствие плавных переходов от толстых стенок к тонким; слишком малые радиусы галтелей
Горячие трещины	

**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА**

1. Аксенов П. Н. Литейное производство. Машгиз, 1957.
  2. Научно-популярная библиотека рабочего-литейщика. Машгиз 1961—1962. Рекомендуется прежде всего прочитать следующие выпуски:
    - 1) Захворов Б. П. Литейное производство;
    - 2) Захаров Б. П. Разработка процесса формовки;
    - 3) Шипилин Б. И. Изготовление стержней;
    - 4) Гилев В. С. Попов А. Д., Осин И. А. Формовка мелких отливок;
    - 5) Разумов В. Н. Формовка крупных отливок;
    - 6) Волпянский Л. М. Машинная формовка.
  3. Орешкин В. Д. Основы литейного производства. Машгиз: изд. 2, 1961.
  4. Кузелев М. Я., Скворцов А. Я. и Смеляков Н. Н. Справочник рабочего-литейщика, Машгиз, изд. 3, 1961.
  5. Головин С. Я. Краткий технологический справочник литейщика Машгиз, 1960.
-

## ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

В этой главе рассмотрены основные способы механической обработки древесины: пиление, строгание, фрезерование, сверление, долбление и токарная обработка. Даны подробные характеристики применяемых при обработке режущих инструментов как станочных, так и ручных электрифицированных. Пользуясь этими характеристиками и таблицами, модельщик сможет лучше подобрать нужный ему для выполнения работы инструмент, рационализировать процесс обработки и тем самым повысить производительность своего труда.

### 1. ПРОЦЕСС РЕЗАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

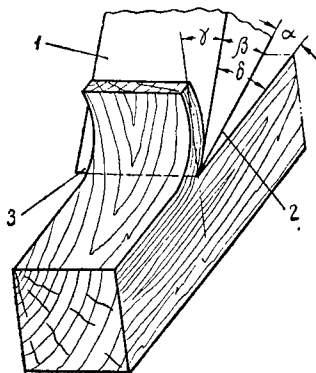
Процесс резания древесины происходит под действием усилия, приложенного к режущему инструменту. Всякий режущий инструмент имеет один или несколько резцов клиновидной формы (фиг. 64).

Стружка образуется в результате действия на древесину режущей кромки и передней грани резца. Снятие стружки вызывает трение граней резца о древесину, трение стружки о древесину, нагревание резца. От этих явлений зависит выбор углов резания и заточки инструментов, глубина и скорость резания и величина подачи.

Работа, затрачиваемая на превращение одного кубического сантиметра древесины в стружку, называется удельной работой резания и выражается в  $\text{кдж/см}^3$ .

#### Удельное сопротивление резанию

Усилие при резании древесины затрачивается на внедрение резца в древесину, на отделение стружки и на преодоление трения резца и стружки о древесину. Резание измеряется усилием, отнесенным



Фиг. 64. Элементы простого клинового резца:

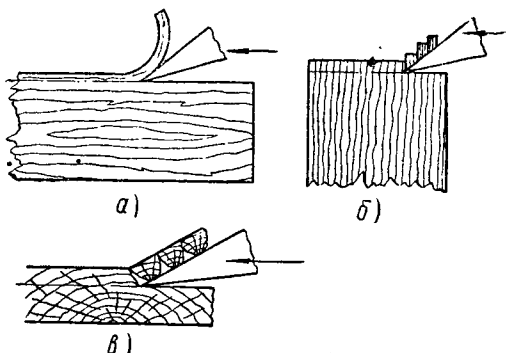
1 — передняя грань; 2 — задняя грань; 3 — режущая кромка;  $\beta$  — угол заострения;  $\delta$  — угол резания;  $\gamma$  — передний угол;  $\alpha$  — задний угол.

к  $1 \text{ мм}^2$  поперечного сечения стружки ( $\text{кг/мм}^2$ ), и называется удельным сопротивлением резанию. Удельное сопротивление резанию зависит от породы дерева, направления резания относительно волока древесины, влажности древесины, угла резания, степени заостренности резца, толщины снимаемой стружки, степени нажима на древесину, расстояния между резцом и нажимающим устройством, трения резца и стружки.

**Влияние породы древесины.** Различные породы дерева оказывают неодинаковое влияние на величину удельного сопротивления резанию:

Породы дерева	Относительная величина удельного сопротивления резанию
Сосна . . . . .	1,0
Лиственница . . . . .	1,1
Береза . . . . .	1,2
Бук . . . . .	1,4
Дуб . . . . .	1,5
Ясень . . . . .	1,6

**Влияние направления резания.** По отношению к волокнам направление резания древесины может быть: продольным (фиг. 65, а), торцовым (фиг. 65, б), поперечным (фиг. 65, в) и угловым (попереч-



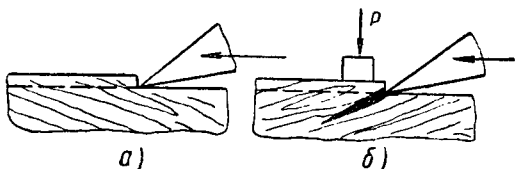
Фиг. 65. Направление резания:

а — продольное; б — торцовое; в — поперечное.

но-торцовое, продольно-торцовое и продольно-поперечное). Величина удельного сопротивления сосны резанию зависит от направления резания:

Направление резания	Относительная величина удельного сопротивления резанию
Поперечное . . . . .	1,0
Продольное . . . . .	около 2,0
Торцовое . . . . .	3,0—4,0

Резание вдоль волокон в радиальной плоскости легче, чем вдоль волокон в тангенциальной плоскости. При обработке в направлении волокон (фиг. 66, а) сопротивление резанию больше, чем при обработке против волокон (фиг. 66, б).



Фиг. 66. Строгание в направлении волокон (а) и против волокон (б).

**Влияние влажности древесины.** При понижении влажности древесины сопротивление резанию возрастает:

Состояние древесины	Относительная величина удельного сопротивления резанию
Мокрая . . . . .	1,00
Полусухая . . . . .	1,12
Сухая . . . . .	1,19

**Влияние угла резания.** Сопротивление резанию в значительной степени зависит от величины угла резания  $\delta$  (фиг. 64). Чем меньше угол  $\delta$ , тем меньше усилия требуется для внедрения резца. Поэтому чем меньше угол резания, тем легче вести процесс резания. Но с уменьшением угла резания приходится уменьшать угол заострения  $\beta$  (или угол заточки), а это приводит к быстрому затуплению инструмента. Уменьшение же угла резания за счет уменьшения заднего угла  $\alpha$  не может дать положительных результатов, так как при этом увеличивается трение резца о древесину. Наименьший задний угол  $\alpha$  принимается равным  $10^\circ$ , а в целях уменьшения трения при затуплении инструмента его делают практически около  $15^\circ$ . Угол резания выбирается в зависимости от породы дерева, требований к чистоте поверхности обрабатываемой детали и от направления волокон обрабатываемой детали:

Направление строгания	Угол резания $\delta$ в град.
В торец (фиг. 65, б) . . . . .	30—35
В направлении волокон (фиг. 66, а) . . . . .	45—48
Против волокон (фиг. 66, б) . . . . .	48—50

При строгании вдоль волокон обрабатываемая поверхность древесины получается тем чище, чем больше угол резания, но при этом удельное сопротивление резанию возрастает.

Угол заострения (заточки) для строгальных железок принимается равным  $20-30^\circ$ , для стамесок  $18-20^\circ$ . Большой угол заточки берется при обработке твердой древесины и меньший при обработке мягкой.

**Влияние заострения резца.** При затуплении резца удельное сопротивление резанию резко (в 1,5—2 раза) возрастает, а чистота обработки ухудшается. При работе затупленным резцом волокна не перерезаются, а сминаются и разрываются, а между резцом и древесиной возникает дополнительное трение. Затупление резца вызывает увеличение угла заострения, уменьшение заднего угла и, следовательно, увеличение угла резания.

**Влияние толщины стружки или глубины резания.** Чем тоньше снимается стружка, тем больше удельное сопротивление резанию. Объясняется это тем, что при малой толщине снимаемого слоя стружки увеличивается трение резца о древесину, режущая кромка резца скорее затупляется — зашлифовывается. Усилие на строгание, например, двойным рубанком возрастает по сравнению с усилием строгания одинарным в 1,5 раза.

**Влияние нажима на древесину.** Резание может быть свободным и с нажимом. Резание с нажимом отличается от свободного тем, что перед резцом создается давление на древесину, препятствующее отщеплению ее по волокнам (фиг. 66, б). Нажим способствует получению более чистой поверхности обрабатываемой древесины. Строгание рубанками и на строгальных станках является строганием с нажимом. Нажим создается колодкой рубанка или столом станка. Для улучшения качества обработки расстояние между резцом и находящейся перед ним кромкой колодки или плитой станка должно быть возможно меньшим. Применение нажима на древесину увеличивает усилие резания в 1,1—2 раза.

**Влияние трения резца о стружку.** При резании волокна древесины прежде (до полного разрыва их) сминаются, а вследствие своей упругости стремятся выпрямиться и прижимаются к резцу, создавая дополнительное сопротивление резанию. Во время работы, например, пильных станков с большой подачей опилки заполняют пазухи между зубьями, а также промежутки между полотном пилы и стенками пропила, спрессовываются и вызывают значительное трение между опилками (стружкой), древесиной и зубьями пилы. Чтобы уменьшить трение, производят развод зубьев и плющение зубьев (уширение зубьев к лезвию), а также применяют пилы с очищающими зубьями.

Режущие инструменты в деревообрабатывающих станках имеют обычно по несколько ножей, резцов или зубьев. Например, пильные диски имеют большое количество зубьев, ножевые валы строгальных станков имеют от 2 до 4 ножей. При одних и тех же скоростях вращения и величинах подачи чем меньшее число резцов находится в работе, тем большая работа приходится на долю каждого из них, т. е. чем меньше резцов, тем толще снимаемый каждым из них слой стружки.

Качество обработки при малом количестве ножей ухудшается.

### Режимы резания

**Скорость резания.** Скорость резания — это скорость движения режущей кромки резца относительно обрабатываемой поверхности детали (пильные, строгальные, фрезерные станки) или скорость движения детали относительно закрепленного в суппорте резца (токарные станки).

Скорость резания зависит от числа оборотов рабочего вала с инструментом в единицу времени, от числа резцов, а в токарных станках от числа оборотов детали. Повышение скорости резания мало влияет на сопротивление древесины резанию, поэтому станки выгодно использовать на больших скоростях. При срезании стружки с большой скоростью волокна древесины не успевают деформироваться (изогнуться, смяться), так как на это требуется определенное время. Поэтому при больших скоростях резания обрабатываемые поверхности получают более высокой степени чистоты, без задиров, заколов и отщепов.

Скорость резания  $v$  (м/сек) в деревообработке определяется по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{60}, \quad (35)$$

где  $D$  — диаметр резания, м;

$n$  — число оборотов в минуту.

**Подача.** При обработке детали на станке режущему инструменту придается поступательное движение относительно обрабатываемого материала или обрабатываемому материалу движение навстречу резцу. Подачей называется величина перемещения инструмента за один оборот или за один рабочий ход, или на один зуб. Подача измеряется в метрах в минуту.

Увеличение подачи без увеличения числа оборотов инструмента или обрабатываемой детали, или количества ножей инструмента влечет за собой ухудшение качества обрабатываемой поверхности. Увеличение числа оборотов рабочего вала и величины подачи позволяет повысить производительность труда. Значение скорости резания и величины подачи некоторых электроинструментов и станков указаны в табл. 56.

Таблица 56

Скорости резания и подачи некоторых электроинструментов и станков

Станки	Марка станка	Скорость резания, м/сек	Подача, м/мин
Дисковые электропилы при обработке мягких пород . . . . .	И-20 И-78	25—35	1,2—1,8
Ленточные электропилы . . . . .	И-124	10—12	0,5—1,0
Электрорубанки . . . . .	И-24 И-25	20,5 19,5	3—5 3—5
Электросверлилки . . . . .	И-27	0,1—1,0	1
Электрофрезеры . . . . .	И-56	1—5	1
Электродолбежники . . . . .	И-1	5—7	0,5
Маятниковые круглопильные станки (диаметр диска 600 мм) . . . . .	ЦКМ	50	—
Круглопильные для продольной распиловки . . . . .	Ц-2М	75	5—8
Ленточнопильные станки . . . . .	ЛС-70	18	1—8
Фуговальные станки . . . . .	СФ-2	20—25	8—15
Рейсмусные станки . . . . .	Ср6-2	25	8—12
Сверлильные станки . . . . .	—	1—4	0,5—2,7
Фрезерные станки . . . . .	ФМ	3—30	—
Токарные станки . . . . .	—	8—15	—

## 2. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ДРЕВЕСИНЫ

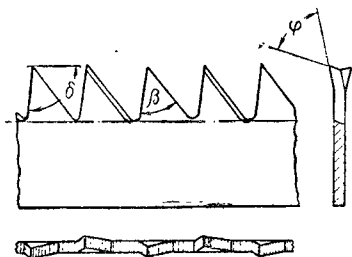
### Пиление

Пиление представляет собой процесс резания древесины на части. Распиливание производится ручными и механизированными пилами. Резание пилами производится вдоль волокон, поперек волокон и под углом к направлению волокон. От характера работы, для которой предназначается пила, зависит форма зубьев пилы. Чтобы пиление происходило более производительно, с наименьшей затратой усилий, для каждой режущей кромки зуба пилы должны быть подобраны величины углов резания и заточки, отвечающие направлению пиления, для которого предназначается пила.

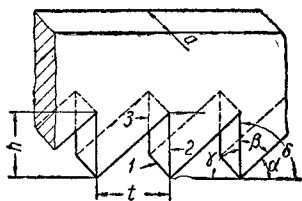
В каждом зубе пилы (фиг. 67) имеются три режущие кромки — короткая (передняя) 1 и две длинные (боковые) режущие кромки 2 и 3. Промежутки между зубьями называются пазухами, расстояние  $t$  между вершинами зубьев — шагом,  $h$  — высотой зуба,  $a$  — толщиной пильного полотна, или толщиной пилы. Углы зуба:  $\gamma$  — передний угол;  $\delta$  — угол резания;  $\beta$  — угол заострения;  $\alpha$  — задний угол.

В зависимости от направления распиливания пилы по форме зубьев подразделяются на три вида: пилы для поперечного распиливания, пилы для продольного распиливания и пилы универсального применения.

**Пилы для поперечного распиливания** (фиг. 68). Зубья этих пил имеют форму равнобедренных треугольников. Обе боковые грани затачиваются под углом  $\varphi$ , равным  $45-60^\circ$ . Этот угол называется углом боковой заточки зуба. Два рядом стоящих зуба затачиваются с разных сторон. Углы заострения  $\beta$  делают для мягкой древесины равными  $45-50^\circ$ , а для твердой  $50-60^\circ$ . Углы  $\varphi$  для мягкой древесины меньше, чем для твердой.



Фиг. 67. Схема зубьев пилы.



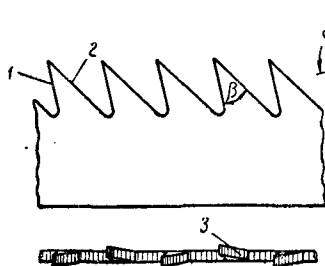
Фиг. 68. Зубья пилы для поперечного распиливания.

При резании поперечной пилой короткие режущие кромки зубьев производят рассечение волокон древесины, боковые режущие кромки перерезают волокна. Для уменьшения трения полотна пилы о древесину зубья разводят, т. е. примерно с половины высоты их отгибают в разные стороны. Величину развода  $a$  делают равной  $0,3-0,6$  мм.



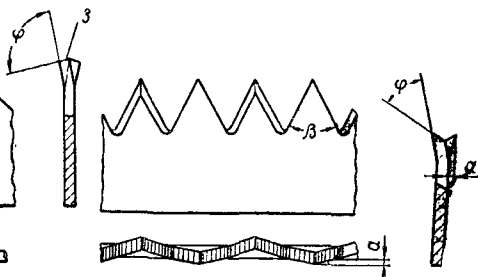
Пилы для продольного распиливания (фиг. 69). Зубья этих пил сильно наклонены к основанию. С такими зубьями ручные и станочные пилы режут только в одном направлении — в сторону наклона зубьев. Угол заострения  $\beta$  выполняется равным  $45-60^\circ$ , угол  $\varphi$  равным  $90^\circ$ .

Резание происходит в торец древесины. Зуб пилы короткой режущей кромкой срезает на дне пропила слой древесины, а боковые режущие кромки скалывают этот слой по стенкам пропила. Наиболее трудную работу при продольном распиливании — резание в торец — выполняют короткие режущие кромки. При распиливании поперек волокон резание в торец выполняют боковые режущие кромки зубьев пилы.



Фиг. 69. Зубья пилы для продольного распиливания:

1 — передняя грань; 2 — задняя грань;  
3 — короткая режущая кромка.



Фиг. 70. Зубья пилы универсального применения.

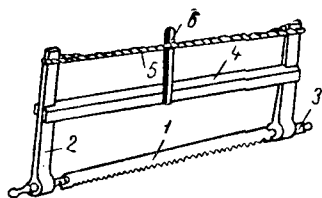
Пилы универсального применения (фиг. 70). Эти пилы предназначены для распиливания древесины в любом направлении. Они снабжены универсальными зубьями, форма которых сходна с формой зубьев для одностороннего поперечного распиливания. Угол резания  $\delta$  делается равным около  $90^\circ$ , угол заострения  $\beta = 55-65^\circ$ , задняя грань зубьев имеет боковую заточку под углом  $\varphi = 60-70^\circ$ .

Ручные пилы. Лучковые пилы (фиг. 71) имеют полотна таких размеров (в мм):

Длина . . . . .	600—1000
Толщина . . . . .	0,5—0,8
Ширина:	
выпиловочных пил	5—10
узких пил . . . . .	12—15
полушироких пил	15—25
широких пил . . .	25—50

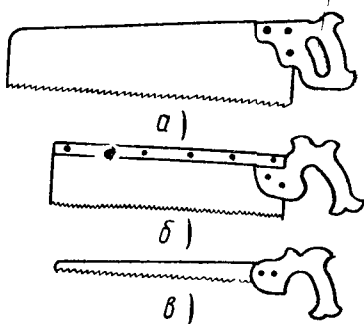
Размеры *столярных* пил, или ножовок (фиг. 72), указаны в табл. 57, а размеры зубьев — в табл. 58. Заточка зубьев *столярных* пил универсальная.

Для образования несквозного пропила применяются *нагротки* (фиг. 73).



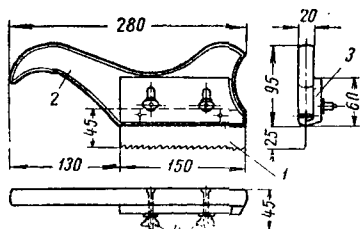
Фиг. 71. Лучковая пила:

1 — полотни пины; 2 — стойка станка; 3 — ручка для поворота полотни пины; 4 — распорка; 5 — натяжная струна; — 6 закрутка.



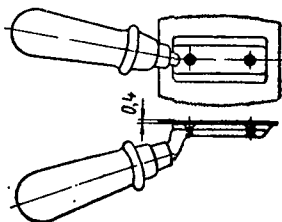
Фиг. 72. Пилы-ножовки

а — широкая толстая ножовка; б — широкая тонкая ножовка; в — узкая ножовка.

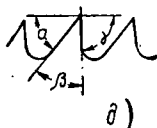
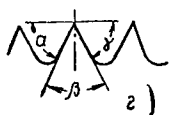
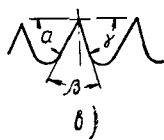
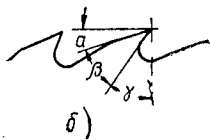
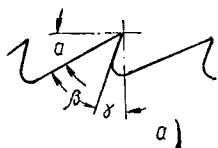


Фиг. 73. Пила-награтка:

1 — полотни пины, 2 — колодка; 3 — прижим; 4 — винты прижима.



Фиг. 74. Пластиночная подрезная пила. На длине 10 мм располагается 5 зубьев высотой 1 мм.



Фиг. 75. Профили зубьев круглых пил:

а — косой прямолинейный зуб; б — косой ломаный зуб — «волчий зуб»; в — несимметричный; г — симметричный для поперечного распиливания; д — несимметричный универсального назначения.

Таблица 57

Размеры (мм) столярных пил и ножей

Тип пилы	Ширина	Толщина	Высота зуба
Широкая толстая (фиг. 72, а) . . .	до 150	0,6—0,8	3—5
Широкая тонкая (фиг. 72, б) . . .	до 150	0,5—0,6	2—3
Узкая (фиг. 72, в) . . . . .	10—25	0,8—1,5	2—3

Таблица 58

размеры (мм) зубьев столярных пил

Типы пил	Высота	Шаг	Развод
Мелкозубые . . . . .	3	3	0,1—0,2
Среднезубые . . . . .	3—5	3—5	0,2—0,3
Крупнозубые . . . . .	5—8	5—8	0,3—0,5

Короткие пластинчатые пилы (фиг. 74) используются вместо стамесок для подрезки углов. Полотно этих пил заострено с одной стороны — от ручки — по типу заточки железок рубанков.

**Механическое пиление.** Механическое пиление производится на круглых и ленточных пилах и лобзиковых станках, а также с помощью электрифицированных ручных пил.

*Круглые пилы* изготавливаются из листовой стали марки ШХ15. Твердость пил  $R_c = 40 \div 45$

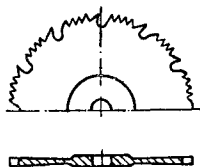
Размеры круглых пил даны в табл. 59.

Таблица 59

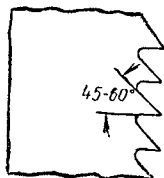
Размеры круглых пил

Наименование пил	Диаметр пилы, мм	Толщина, мм	Число зубьев		Развод, мм
			продольное пиление	поперечное пиление	
Пилы для электрифицированного инструмента	от 150 до 300	1—1,8	60	80, 100	0,3—0,5
Станочные пилы	от 200 до 1200	1,25—4,5	56, 60, 64	80, 100, 120	0,5—0,8 Скос полотна
Строгальные пилы	100—550	1,6—3,4	—	—	0,2—0,5

Зубья пил для продольного пиления имеют косой прямолинейный профиль (фиг. 75, а) и косой ломаный профиль «волчий зуб» (фиг. 75, б); зубья пил для поперечного пиления — несимметричный (фиг. 75, в) и симметричный профиль (фиг. 75, г); зубья пил универ-



Фиг. 76. Форма зубьев и радиальный профиль круглых строгальных пил.



Фиг. 77. Форма зубьев станочной ленточной пилы.

сального назначения — несимметричный профиль (фиг. 75, д). Форма зубьев и радиальный профиль круглых строгальных пил показаны на фиг. 76. Углы заточки зубьев круглых пил указаны в табл. 60.

Таблица 60

Углы заточки зубьев круглых пил

Наименование углов	Направление распиловки				
	поперек волокон		вдоль волокон		любое
	Порода древесины				
	твердая	мягкая	твердая	мягкая	любая
	Величина углов, град.				
Угол заострения . . . . .	60—70	50—60	50—60	40—50	55—65
Задний угол . . . . .	—	—	25—30	20—30	20—30
Передний угол . . . . .	—	—	5—15	20—30	0—20
Угол боковой заточки . . .	55—75	45—60	70—80	60—70	60—70

**Ленточные пилы** (фиг. 77) имеют зубья без переднего угла или с передним углом до  $10^\circ$ . Зубья без переднего угла и с углом заострения  $60^\circ$  применяются для смешанного пиления. Зубья с задним углом  $10^\circ$  и углом заострения от  $45$  до  $60^\circ$  применяют для пиления древесины вдоль волокон. Развод зубьев делают  $0,2—0,3$  мм на сторону. Задний угол зубьев ленточных пил равен  $30—35^\circ$ .

Пилы шириной 3 и 5 мм и длиной 150—300 мм применяются для пиления на лобзиковых станках.

Размеры ленточных пил указаны в табл. 61.

Таблица 61

Размеры ленточных пил (мм)

Размер пилы	Ширина пилы										
	5	8	10	12	15	20	25	30	35	40	45
Толщина . . . . .	0,55	0,6	0,65	0,65	0,65	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,85
Шаг . . . . .	4	5	6	6	7	8	9	9,5	9,5	10	11
Высота зуба . . . .	2	3	3,5	3,5	3,5	4,5	5	5,5	5,5	6	6

### Строгание

Строгание применяется для придания заготовкам и моделям гладкой поверхности, требуемой формы и точных размеров. При строгании древесины режущая кромка резца перерезает волокна древесины, а передняя грань резца отделяет или скалывает стружку. Строгание может быть вдоль волокон, поперек волокон, в торец и под углом к направлению волокон.

Строгание может производиться ручным инструментом — разного назначения рубанками, ручным электроинструментом и на фуговочных и рейсмусных станках.

*Ручное строгание.* Характеристика инструментов для ручного строгания приведена в табл. 62 и 63.

*Строгание на станках.* Строгание на фуговочных и рейсмусных станках осуществляется строгальными ножами, закрепленными на вращающихся ножевых валах станка (фиг. 78). Процесс строгания представляет собой по существу процесс фрезерования широкими резцами — ножами.

Ножи фуговочных станков изготавливаются из стали марки У8А и закаляются на твердость 55—59  $H_C$ . Размеры ножей в мм:

Длина . . . . . 100—1200

Ширина  $B$ :

тонких . . . . . 0,2  $d$  вала

толстых . . . . . 0,55  $d$  вала

Толщина  $h$ :

тонких . . . . . 2,5—3

толстых . . . . . 8—12

Углы ножей (см. фиг. 78):  $\delta = 60^\circ$ ;  $\beta = 35 \div 45^\circ$ ;  $\gamma = 30^\circ$ ;  
 $\alpha = 15 \div 25^\circ$ .

При резании ножи дают не гладкую, а волнистую поверхность. Высота гребней тем больше, чем больше подача, чем меньше ножей на валу и чем меньше число оборотов вала. Высота гребней достигает 0,02—0,05 мм.

Глубина строгания толстыми ножами достигает 8 мм, тонкими — 3 мм.

Таблица 62

## Инструмент для ручного строгания

Название инструмента и чертеж	Назначение инструмента
<p data-bbox="218 256 436 284">Рубанок шерхебель</p>	Начальное грубое строгание
<p data-bbox="120 679 612 707">Рубанок одинарный с деревянной колодкой</p>	Острожка поверхности
<p data-bbox="260 1078 453 1106">Двойной рубанок</p>	Чистовое строгание

Таблица 62 (продолжение)

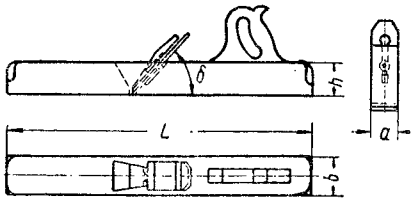
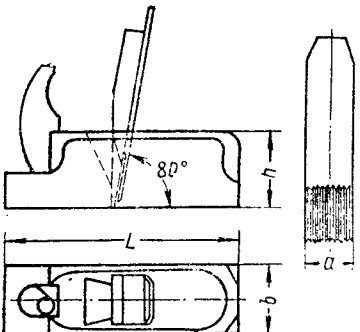
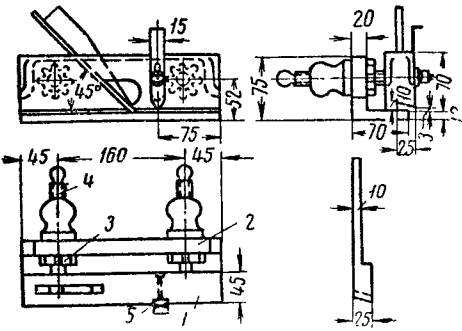
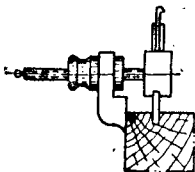
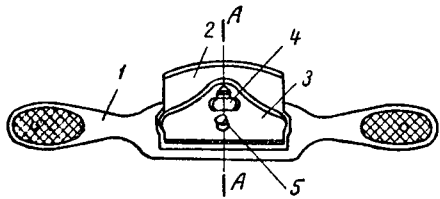
Название инструмента и чертеж	Назначение инструмента
<p>Фуганок с деревянной колодкой</p> 	<p>Чистовое строгание больших поверхностей для получения плоскости</p>
<p>Рубанок цинубель</p> 	<p>Обработка поверхностей под склейку</p>
<p>Рубанок гротубель</p> 	<p>Строгание грота вдоль и поперек волокон. Аналогично устроен рубанок фальцебель, применяемый для строгания фальцев, но его подошва и железка не имеют скоса</p>

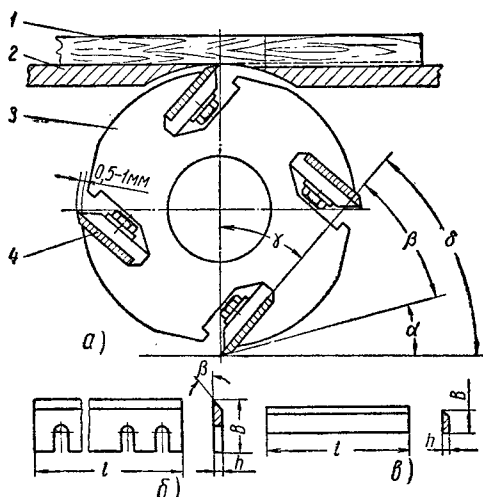
Таблица 62 (продолжение)

Название инструмента и чертеж	Назначение инструмента
<p data-bbox="246 204 458 228">Рубанок зензубель</p> <p data-bbox="360 571 391 595">а)</p> <p data-bbox="339 970 370 994">б)</p>	<p data-bbox="668 531 961 611">Строгание фальцев и пазов вдоль волокон (а). Строгание фальцев поперек волокон (б)</p>
<p data-bbox="288 1026 417 1050">Грунтубель</p>	<p data-bbox="668 1193 961 1281">Строгание пазов. 1—колodочка; 2—железка шириной <math>a=5\div 25</math> мм; 3—клин</p>



Таблица 62 (окончание)

Название инструмента и чертёж	Назначение инструмента
<p>Рубанок шпунтубель</p> 	<p>Строгание шпунта</p>
<p>Стружок металлический</p> 	<p>Строгание в местах, недоступных для рубанка.  1 — колодочка; 2 — одна-  рная или двойная же-  лезка шириной 50 мм;  3 — контржелезка; 4 —  винт упора; 5 — винт  крепления железки</p>



Фиг. 78. Строгание древесины вращающимися пожами (а):

1 — заготовка; 2 — стол станка; 3 — игожевой вал; 4 — ножи; б — толстый нож;  
в — тонкий нож.

Таблица 63

Размеры и значение углов ручных строгальных инструментов

Название инструмента	Размеры колодки, мм			Железка			Угол присадки ил. угол реза ния $\beta$ , град.	Угол присадки ил. угол реза ния $\alpha$ , град.	Ширина отверстия под струж- ку, мм
	длина $L$	ширина $b$	высота $h$	ширина $a$ , мм	режущая кромка	угол заостре- ния $\beta$ , град.			
Рубанок шерхебель . . . . .	250	50	65	35	R 25	55—30	45	3—5	
Рубанок одинарный . . . . .	250	65	65	50	прямая	25	45	2	
Рубанок двойной . . . . .	250	65	65	50	прямая	25—30	45—48	1,5—1,0	
Фуганок . . . . .	630	85	70	65	прямая	25	48	около 1	
Рубанок цинубель . . . . .	210	65	65	50	зубчатая	40—45	80	2,5	
Рубанок гротубель . . . . .	—	—	—	25	скошенная	25	45	—	
Рубанок фальцбейль . . . . .	—	—	—	25	прямая	25	45	—	
Рубанок зензубель . . . . .	250	30, 25, 20, 15	80	30, 25, 20, 15	прямая или скошенная	25	45	—	
Рубанок галтель . . . . .	250	набор	65—70	набор	скруглен- ная R 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40	25	45	2—3	
Рубанок горбатик . . . . .	250	65	65	50	прямая	25	45	1,5—2	

### Фрезерование

Фрезерование производится на фрезерных станках и электрифицированным инструментом. На универсальных фрезерных станках типа ФМ можно фрезеровать различной формы и сечений прямолинейные и криволинейные детали для моделей и стержневые ящики, а также производить сверление отверстий, фрезерование зубьев у моделей колес с литыми зубьями, винтовых канавок, ребер, зубьев. Резание при фрезеровании производится концевыми и пластинчатыми фрезами, ножами и резцами, закрепляемыми в оправках на шпинделе станка, и фрезерными головками с вставными ножами.

Отфрезерованная поверхность имеет волнообразную форму. Эта неровность может быть уменьшена увеличением числа режущих ножей или уменьшением скорости подачи, или увеличением (до technically допустимого) числа оборотов шпинделя станка с инструментом.

Чистота обработанной поверхности во многом зависит от правильности основных углов режущего инструмента и от степени остроты режущих кромок фрез. Увеличение неровностей может быть вызвано недостаточной жесткостью конструкций оправок, недостаточной жесткостью установки детали на станке и недостатками в наладке станка.

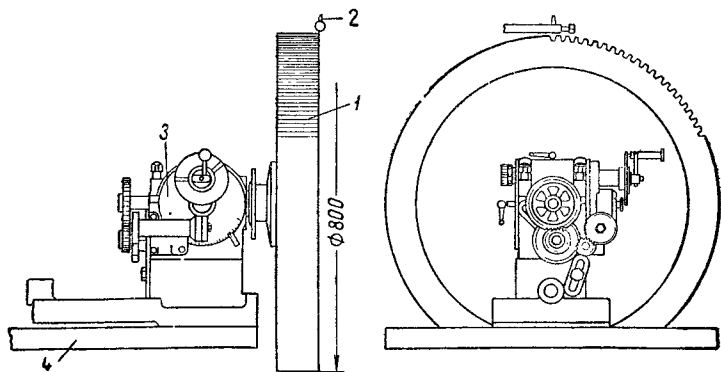
Способы фрезерования стержневых ящиков и моделей на фрезерном станке ФМ показаны в табл. 64.

Фрезерование зубчатых колес с литыми зубьями, звездочек и винтовых впадин производится с применением делительной головки (фиг. 79).

Фрезы, ножи и резцы, применяемые для фрезерования моделей и стержневых ящиков, показаны в табл. 65.

Рекомендуемые значения основных углов фрез и резцов представлены в табл. 66.

Оправки для фрез и фрезерных резцов показаны в табл. 67.



Фиг. 79. Фрезерование зубьев моделей колес диаметром до 800 мм при помощи делительной головки  
1 — модель; 2 — оправка с фрезой; 3 — делительная головка; 4 — стол станка.

Таблица 64

Способы фрезерования моделей и стержневых ящиков  
на фрезерном станке ФМ

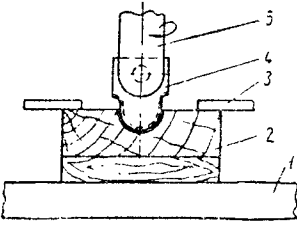
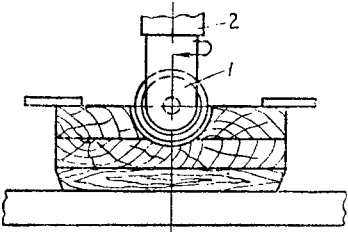
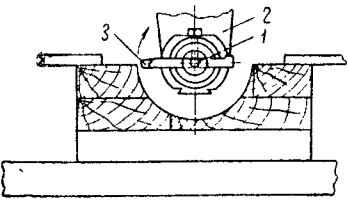
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование стержневых ящиков диаметром до 30 мм: 1 — стол станка; 2 — стержневой ящик; 3 — крепежные лапки; 4 — пластинчатая фреза; 5 — оправка, укрепленная в шпинделе станка</p>
	<p>Фрезерование стержневых ящиков диаметром от 30 до 120 мм: 1 — дисковая фреза; 2 — оправка</p>
	<p>Фрезерование стержневых ящиков диаметром от 120 до 200 мм: 1 — шпиндель головки; 2 — головка; 3 — резец</p>

Таблица 64 (продолжение)

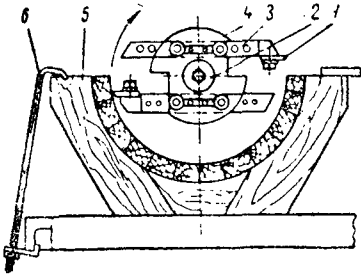
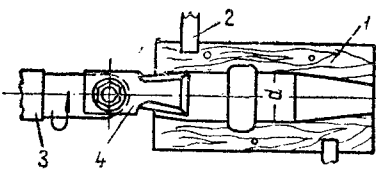
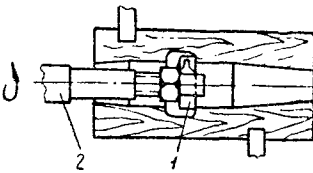
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование стержневых ящиков диаметром от 200 до 600 мм: 1 — ножи пластинчатые; 2 — шпиндель головки; 3 — две оправки для ножей; 4 — диск для оправок; 5 — стержневой ящик; 6 — крепежный крюк</p>
	<p>Фрезерование конических частей стержневых ящиков диаметром <math>d</math> от 30 до 50 мм: 1 — стержневой ящик; 2 — крепежные лапки; 3 — оправка; 4 — пластинчатая фреза</p>
	<p>Фрезерование впадины в стержневых ящиках диаметром до 100 мм: 1 — пластинчатая фреза (нож); 2 — оправка на шпинделе</p>

Таблица 64 (продолжение)

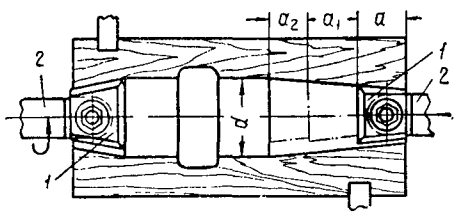
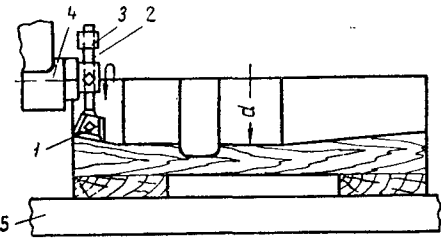
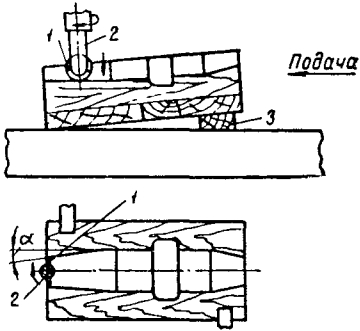
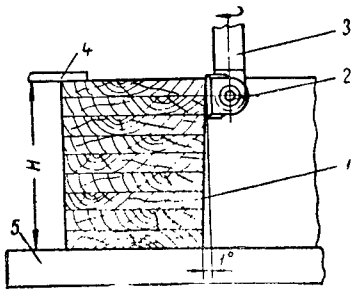
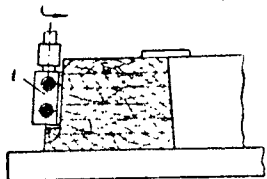
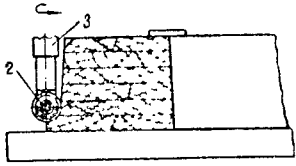
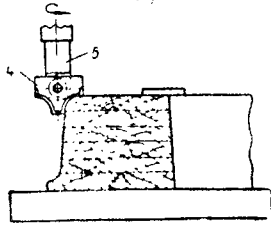
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование конических частей стержневых ящиков диаметром <math>d</math> от 50 до 120 мм: 1 — пластинчатая фреза; 2 — оправка. Фрезерование проводится частями <math>a</math>; <math>a_1</math>; <math>a_2</math>.</p>
	<p>Фрезерование конических частей стержневых ящиков диаметром <math>d</math> от 120 до 200 мм: 1 — нож; 2 — оправка для ножа; 3 — противовес на оправке; 4 — головка на шпинделе станка; 5 — стол станка</p>
	<p>Фрезерование конических частей под прибылью у стержневых ящиков диаметром от 30 до 120 мм дисковыми фрезами: 1 — дисковая фреза; 2 — оправка; 3 — установочный брус</p> <p>После фрезерования низа конуса стол станка поворачивается на угол <math>\alpha</math> в одну сторону, затем на тот же угол в другую для фрезерования с боков</p>

Таблица 64 (продолжение)

Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование внутренней поверхности модели, имеющей формовочный угол <math>1^\circ</math>: 1 — модель, 2 — фреза пластинчатая, установленная в оправке 3 с уклоном <math>1^\circ</math>; 4 — крепежные лапки, установленные с наружной стороны модели; 5 — стол станка. При высоте модели <math>H</math> больше 300 мм модель переставляется (кантуется).</p>
 <p>a)</p>	
 <p>б)</p>	
 <p>в)</p>	

Операция фрезерования наружной фигурной поверхности модели: а — фрезерование прямой части двухножевой фрезерной головкой 1, установленной по уклону; б — фрезерование галтели круглой фрезой 2, закрепленной на оправке 3; в — фрезерование скругления пластинчатой фрезой 4, закрепленной на оправке 5.

Таблица 64 (продолжение)

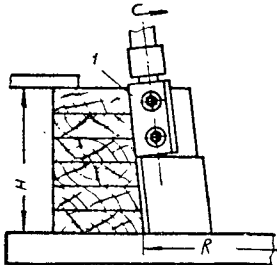
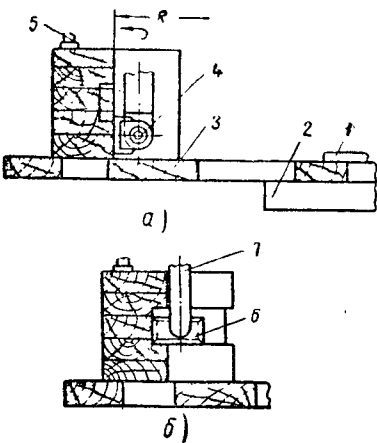
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование цилиндрической поверхности модели по уклону ножевой головкой 1. При радиусе <math>R</math> до 400 мм модель устанавливается на стол станка без крестовины, свыше 400 — с крестовиной. При высоте <math>H</math> больше 300 мм производится перестановка (кантовка) модели</p>
	<p>Фрезерование модели с кольцевой впадиной при радиусе <math>R</math> больше 450 мм: а — фрезерование цилиндрической поверхности пластинчатой фрезой 4 (можно и ножевой головкой); б — фрезерование кольцевой впадины пластинчатой фрезой 6, закрепленной на оправке 7; 1 — крепление крестовины к столу станка; 2 — стол станка; 3 — крестовина; 5 — крепление модели к крестовине винтовыми струбцинами</p>



Таблица 64 (продолжение)

Чертеж	Описание процесса фрезерования
<p>а)</p> <p>б)</p>	<p>Фрезерование фигурной поверхности модели: а — модель устанавливается на плоскость 3 и пластинчатой фрезой 1 круговой подачей стола фрезеруется прямая часть; затем модель устанавливается на плоскость 2 и фрезеруется прямая часть с другой стороны этой же фрезой; б — специальной фигурной фрезой 4 фрезеруется до половины выступ; затем модель переворачивается и этой фрезой фрезеруется выступ с другой стороны</p>
	<p>Фрезерование горизонтальных отверстий или углублений диаметром <math>d</math> до 30 мм: 1 — модель; 2 — концевая фреза; 3 — шпиндель станка; <math>s</math> — подача шпинделя или стола станка до упора. Размер <math>H</math> не больше 630 мм</p>
	<p>Фрезерование отверстий и углублений под углами <math>\alpha</math> от <math>+140^\circ</math> до <math>-20^\circ</math>; <math>s</math> — подача</p>

Таблица 64 (продолжение)

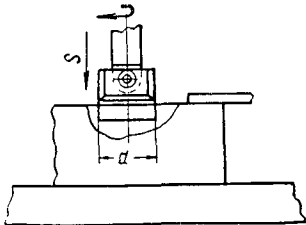
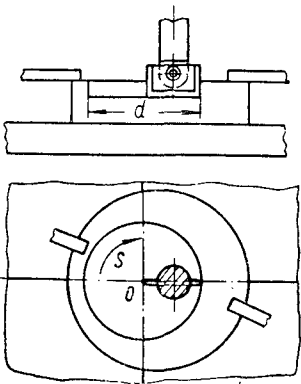
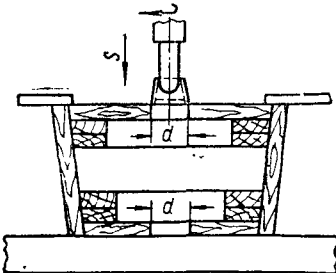
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование углублений диаметром <math>d</math> до 100 мм пластинчатой фрезой; <math>s</math> — подача</p>
	<p>Фрезерование углублений диаметром больше 100 мм круговой подачей стола. Модель устанавливается центром углубления на центр стола; <math>s</math> — подача</p>
	<p>Фрезерование отверстий <math>d</math> с двух сторон пластинчатой фрезой; <math>s</math> — подача</p>

Таблица 64 (продолжение)

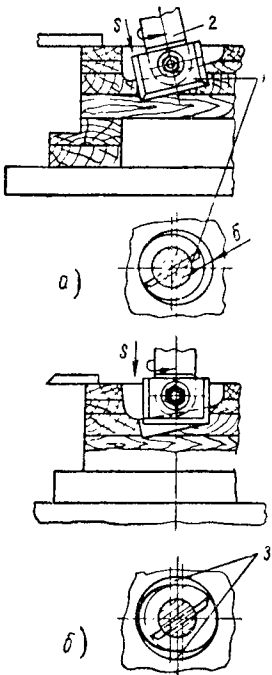
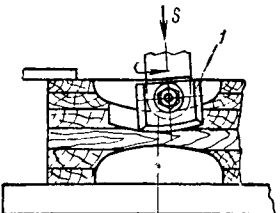
Чертеж	Описание процесса фрезерования
 <p>а)</p> <p>б)</p>	<p>Фрезерование углублений с наклонным дном и формовочными уклонами: а — шпиндель с оправкой 2 и фрезой 1 устанавливается под углом и подачей <math>s</math> до упора фрезеруются все отверстия на заданную глубину; б — шпиндель ставится вертикально и фрезеруется припуск <math>\delta</math> с учетом формовочного уклона. (Оставшиеся гребешки 3 подрезаются вручную)</p>
	<p>Фрезерование окон со сферическим дном между спицами специально заточенной фрезой 1. Фрезерование производится подачей <math>s</math> на врезание до упора и радиальной подачей стола с моделью</p>

Таблица 64 (продолжение)

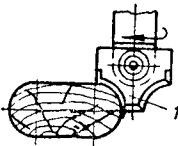
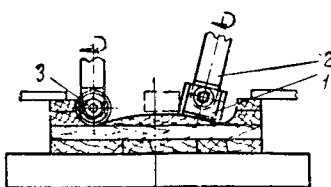
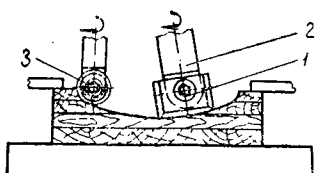
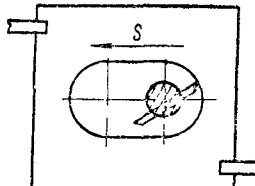
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование скруглений у спиц фигурной пластинчатой фрезой 1. Спицы фрезеруются вначале с одной стороны, затем модель перевортывается, и спицы фрезеруются с другой стороны</p>
	<p>Фрезерование выпуклой поверхности фрезой 1 изменением наклона шпинделя с оправкой 2 по мере обработки каждого участка. Оставшиеся гребешки (неровности) зачищаются вручную. Галтели фрезеруются круглой фрезой 3</p>
	<p>Фрезерование вогнутой поверхности специально заточенной фрезой 1 изменением наклона шпинделя с оправкой 2. Галтели фрезеруются фрезой 3</p>
	<p>Фрезерование овального отверстия или углубления. При врезании вертикальная подача шпинделя, при фрезеровании — подача <math>s</math> стола станка</p>

Таблица 64 (окончание)

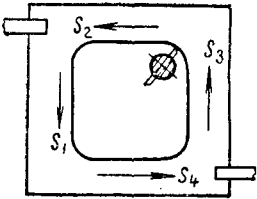
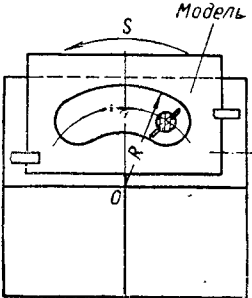
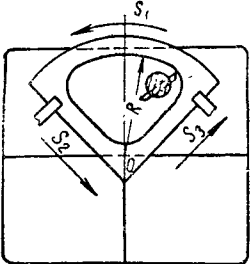
Чертеж	Описание процесса фрезерования
	<p>Фрезерование прямоугольных отверстий и углублений. При врезании — вертикальная подача шпинделя, при фрезеровании — подачи <math>s_1</math>, <math>s_2</math>, <math>s_3</math> и <math>s_4</math> стола станка</p>
	<p>Фрезерование отверстий и углублений, <math>O</math> — центр станка. Модель устанавливается от центра <math>O</math> стола станка на величину <math>R</math></p>
	<p>Фрезерование отверстий и углублений комбинированной подачей стола. <math>O</math> — центр станка. Модель устанавливается от центра стола станка <math>O</math> на величину <math>R</math>. Производится подача <math>s_1</math> по окружности, прямые подачи <math>s_2</math> и <math>s_3</math></p>

Таблица 65

Фрезы, ножи и резцы для фрезерования моделей и стержневых ящиков

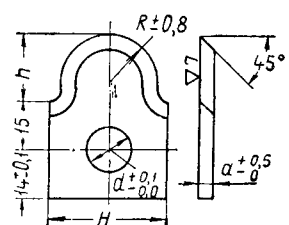
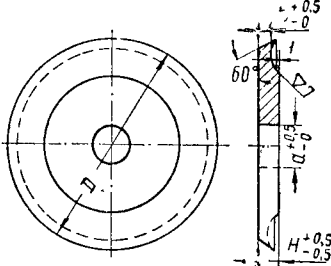
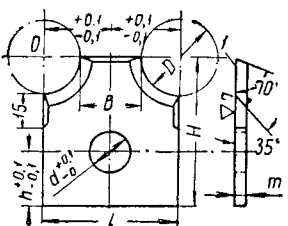
Чертеж	Название и размеры, мм
	<p>Фрезы пластинчатые закругленные для фрезерования галтелей и цилиндрических стержневых ящиков диаметром до 30 мм</p> <p>Размеры (в мм):  <math>R=5 \div 15</math>; <math>h=15 \div 20</math>;  <math>H=20 \div 35</math>; <math>d=10</math> и <math>13</math>;  <math>a=3 \div 5</math></p>
	<p>Фрезы пластинчатые дисковые для фрезерования галтелей и цилиндрических стержневых ящиков диаметром от 30 до 120 мм</p> <p>Размеры (в мм):  <math>D=30 \div 115</math>; <math>H=5</math> и <math>6</math>;  <math>d=10, 13</math> и <math>17</math>; <math>h=3</math> и <math>3,5</math></p>
	<p>Фрезы пластинчатые для фрезерования скруглений диаметром от 20 до 150 мм</p> <p>Размеры (в мм):  <math>D=20 \div 150</math>;  <math>H=65 \div 115</math>;  <math>l=45 \div 190</math>; <math>B=25 \div 40</math>;  <math>d=16,2</math> и <math>22,2</math>;  <math>h=22; 25</math> и <math>31,5</math>;  <math>m=5</math> и <math>6</math></p>

Таблица 65 (продолжение)

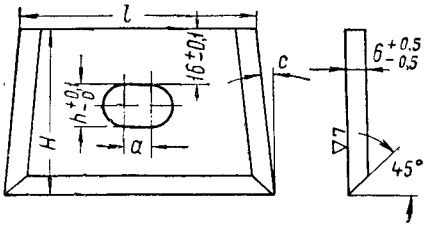
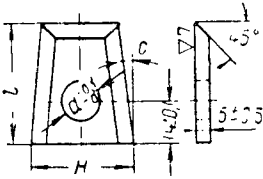
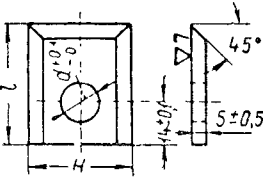
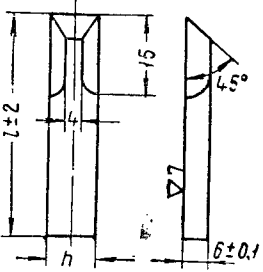
Чертеж	Название и размеры, мм
	<p>Фрезы пластинчатые для фрезерования отверстий и конических частей стержневых ящиков</p> <p>Размеры (в мм):  <math>l=40\div90</math>; <math>H=50\div55</math>;  <math>a=3\div12</math>; <math>h=13</math> и <math>17</math>;  <math>c=2\div20^\circ</math></p>
	<p>Ножи к фрезерной головке для фрезерования стержневых ящиков больших диаметров</p> <p>Размеры (в мм):  <math>l=35\div40</math>; <math>H=30\div35</math>;  <math>d=10</math> и <math>13</math>; <math>c=2\div8^\circ</math></p>
	<p>Ножи к фрезерной головке для фрезерования цилиндрических стержневых ящиков</p> <p>Размеры (в мм):  <math>l=35\div40</math>; <math>H=30\div35</math>;  <math>d=10</math> и <math>13</math></p>
	<p>Пластинчатые ножи для фрезерования кольцевых пазов диаметром от 35 до 90 мм</p> <p>Размеры (в мм):  <math>l=30\div70</math>; <math>n=9\div12</math></p>

Таблица 65 (продолжение)

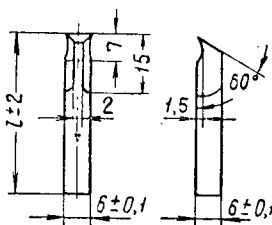
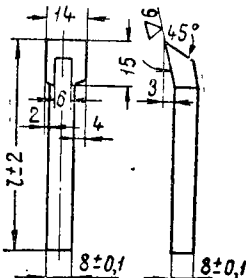
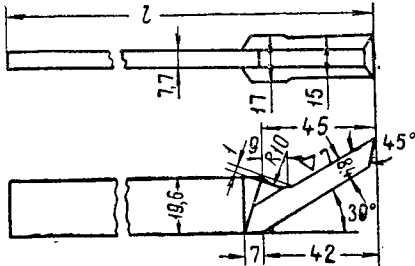
Чертеж	Название и размеры, мм
	<p>Резцы для фрезерования узких кольцевых пазов  <math>l=30 \div 70</math> мм</p>
	<p>Резцы пазовые к фрезерной головке для фрезерования кольцевых выемок диаметром от 50 до 120 мм  <math>l=40 \div 100</math> мм</p>
	<p>Резцы с прямой режущей кромкой к фрезерной головке для фрезерования кольцевых впадин диаметром больше 120 мм  <math>l=120 \div 160</math> мм</p>



Таблица 65 (продолжение)

Чертеж	Название и размеры, мм
	<p>Резцы со скругленной режущей кромкой к фрезерной головке для фрезерования кольцевых впадин</p> <p><math>l=160 \div 230</math> мм</p>
	<p>Резцы к фрезерной головке для фрезерования цилиндрических стержневых ящиков диаметром 140—200 мм</p> <p><math>l=120 \div 160</math> мм</p>
	<p>Резцы к фрезерной головке для фрезерования узких кольцевых впадин</p> <p><math>l=100 \div 120</math> мм</p>

Таблица 65 (окончание)

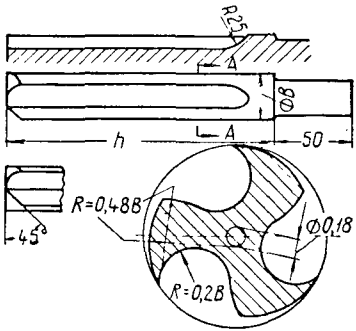
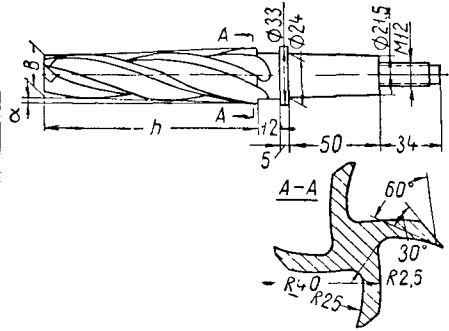
Чертеж	Название и размеры, мм
	<p>Фрезы концевые трех- ножевые для фрезерова- ния отверстий и узких глубоких впадин <math>B=15\div 25</math>; <math>h=100\div 150</math></p>
	<p>Фрезы концевые спи- ральные для фрезерова- ния отверстий и узких глуро- ких впадин <math>B=15\div 25</math>; <math>h=100\div 150</math>; <math>a=0\div 6^\circ</math></p>

Таблица 66

Рекомендуемые значения (в градусах) основных углов фрез и резцов

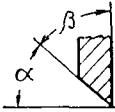
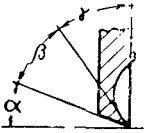
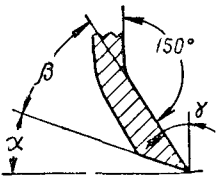
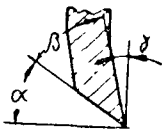
Эскизы	Наименование	Перед- ний угол $\gamma$	Угол за- остре- ния $\beta$	Задний угол $\alpha$
	Пластинчатые фрезы	—	35—45	55—45
	Пластинчатые дисковые фрезы	35	35	20
	Пластинчатые загнутые фрезы	30	35—40	25—20
	Пазовые резцы	15	45	30

Таблица 66 (окончание)

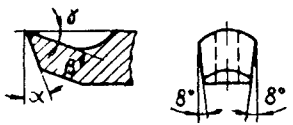
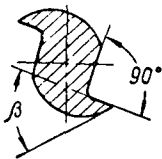
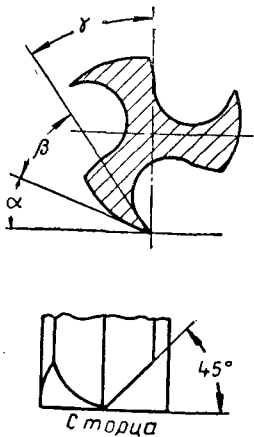
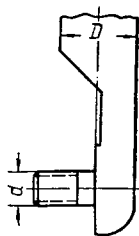
Эскиз	Наименование	Перед- ний угол $\gamma$	Угол за- остре- ния $\beta$	Задний угол $\alpha$
	Скругленные резцы	20	45	25
	Концевые двух- ножевые фрезы	—	35—40	—
	Концевые трех- ножевые фрезы	25	40	25

Таблица 67

Концы оправок для крепления фрез и фрезерных резцов

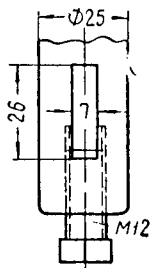


Оправка для пластинчатых фрез, изображенных в табл. 65

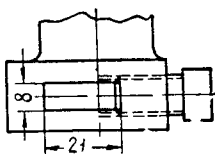
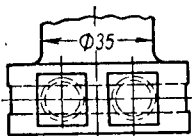
(размеры в мм):

$d \dots 9 \ 12 \ 16 \ 18 \ 22$

$D \dots 20 \ 30 \ 40 \ 40 \ 45$



Оправка для пластинчатых фрез



Оправка для пазовых фрезерных резцов

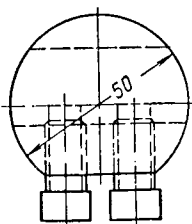
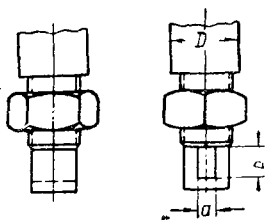
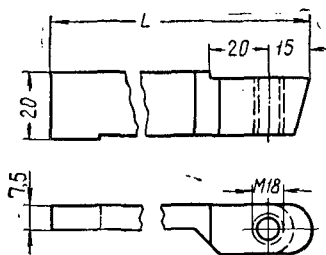


Таблица 67 (окончание)



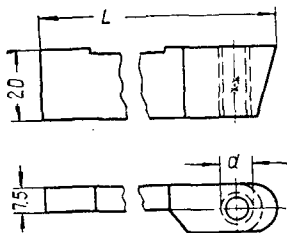
Оправка для пазовых  
фрезерных резцов  
(размеры в мм):

$D$	$a$	$b$
20	5,5	10
32	8,5	8,5



Оправка для пластинчатых фрез к диску фрезерной головки

$L=100, 150$  и  $200$  мм



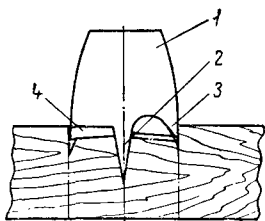
Оправка для пластинчатых фрез к диску фрезерной головки  
(размеры в мм):

$L$ . . .	100	150	200
$d$ . . .	M8	M10	M10

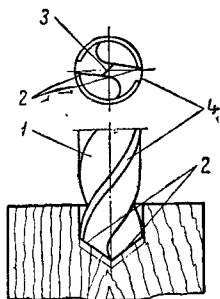
## Сверление

При изготовлении моделей применяется сверление механическое — на сверлильных станках, на универсальных фрезерных станках, электросверлилками, пневматическими сверлилками и ручным способом — коловоротами и дрелями. Режущим инструментом являются *сверла* разной конструкции.

В процессе сверления происходит резание и скалывание древесины по окружности. Резание осуществляется одновременной работой нескольких режущих элементов сверла. Направление сверления может быть вдоль волокон, поперек волокон и под углом к направлению волокон. На фиг. 80 изображена схема сверления центровым сверлом 1 поперек волокон. Для поперечного сверления рекомендуется применять сверла, имеющие подрезатели и направляющие центры. Направляющий центр 2 трехгранного сечения или винтовой придает направление сверлению. Подрезателем 3 осуществляется



Фиг. 80. Схема сверления центровым сверлом поперек волокон.



Фиг. 81. Схема сверления древесины спиральным сверлом по металлу вдоль волокон.

при вращении сверла подрезка древесины по окружности, а горизонтальной режущей кромкой 4 производится срезание древесины.

Для сверления вдоль волокон применяются бесцентровые сверла, подобные спиральным сверлам по металлу. В модельном производстве находят широкое применение также и спиральные сверла по металлу. Ими сверлят отверстия на станках, электрифицированным инструментом и вручную. На фиг. 81 показана схема сверления древесины вдоль волокон спиральным сверлом по металлу 1. Резание осуществляется главными режущими кромками 2 и поперечной режущей кромкой 3 (4 — направляющие ленточки с вспомогательными режущими кромками). На фиг. 82 показано центровое сверло, а в табл. 68 приведены (по ГОСТ 7467—55) стандартные размеры этих сверл.

Улучшенное центровое сверло имеет переднюю грань, сделанную по спирали, и винтовой центр (фиг. 83). Острая режущая грань

Таблица 68

Размеры (мм) центровых сверл  
(фиг. 82)

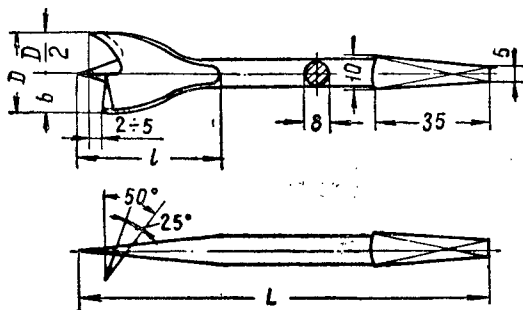
$D$	$b$	$l$	$L$
12	5,5	40	120
16	7,5		
20	9,0		
25	11,5	45	
32	15,0		
40	18,0	60	150
50	23,0		

Таблица 69

Размеры (мм) перовых сверл  
(фиг. 84)

$D$	$L$	$l$	$d$
3	100	50	7
4		55	
5			
6		120	
8	130	85	8
10	150	100	9
12	170	125	

имеет угол заострения до  $60^\circ$ . Хвостовик у сверла может быть квадратным или круглым конусным для станочных работ. Центровые сверла применяют для сверления отверстий в древесине поперек волокон или под углом к направлению волокон ручными и электрифицированными инструментами.



Фиг. 82. Центровое сверло. Размеры см. в табл. 68.



Фиг. 83. Центровое сверло с винтовым центром.

Перовые сверла (фиг. 84) применяются для сверления древесины главным образом вдоль волокон. Размеры перовых сверл (по ГОСТ 7467—55) приведены в табл. 69.

Спиральное сверло показано на фиг. 85, а стандартные размеры спиральных сверл приведены (по ГОСТ 7467—55) в табл. 70.

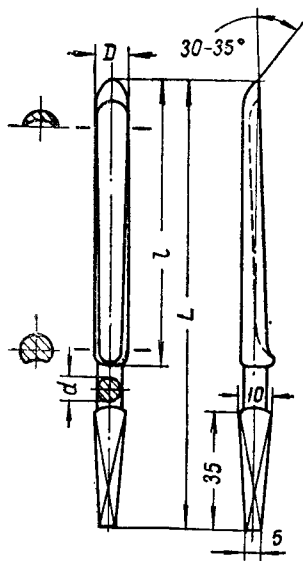
Центр у сверла имеет винтообразную форму, сверло имеет два подрезателя и две режущие кромки по обе стороны от центра. Высота подрезателей 3—5 мм, угол заострения режущих кромок  $30^\circ$ — $35^\circ$ . Спиральные сверла изготавливаются витыми (фиг. 85), фрезерованными и литыми по выплавляемым моделям. Фрезерованные



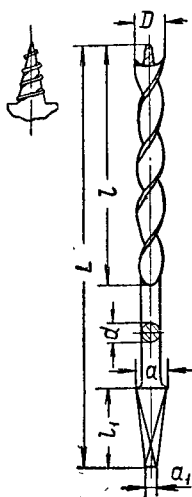
Таблица 70

размеры (мм) спиральных сверл (фиг. 85)

$D$	$L$	$l$	$d$	$a$	$a_1$	$l_1$
6	220	140	5	8	4	30
8			6			
10 12	250	170	7 7,5			
16			7,5			
20 25 32 40	280	210	8 8,5 9 9,5	10	5	35

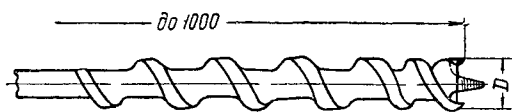


Фиг. 84. Перовое сверло. Размеры см. в табл. 69.

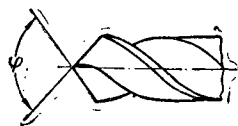


Фиг. 85. Спиральное сверло. Размеры см. в табл. 70.

сверла (фиг. 86) изготавливаются диаметром  $D$  от 10 до 35 мм, длиной до 1000 мм и особенно пригодны для сверления глубоких отверстий.



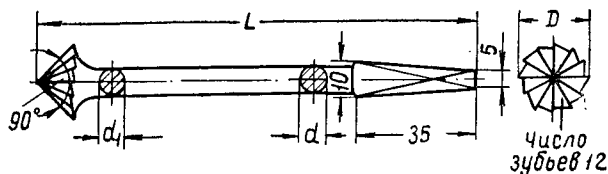
Фиг. 86. Фрезерованное спиральное сверло.



Фиг. 87. Спиральное сверло по металлу.

Спиральные конические сверла применяются для сверления отверстий под шурупы. Спиральные сверла, предназначенные для металла (фиг. 87), применяются и для сверления дерева, особенно вдоль волокон. Эти сверла диаметром от 0,25 до 20 мм изготавливаются с цилиндрическим хвостовиком и диаметром от 6 до 80 мм с коническим хвостовиком и могут быть применены для ручного и механического сверления электроинструментом, на сверлильных, фрезерных и токарных станках. Для сверления отверстий диаметром до 10 мм можно применять сверла с обычной заточкой, применяемой для мягких металлов. Для отверстий диаметром свыше 10 мм рекомендуется угол при вершине сверла  $\varphi$  делать равным от 90 до 60°.

Зенковка представлена на фиг. 88, а стандартные размеры (по ГОСТ 7467—55) приведены в табл. 71.



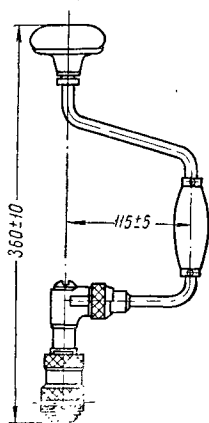
Фиг. 88. Зенковка. Размеры см. в табл. 71.

Таблица 71

Размеры (мм) зенковок (фиг. 88)

$D$	$L$	$d$	$d_1$
20	130	8	7
25			
32	150	9	8

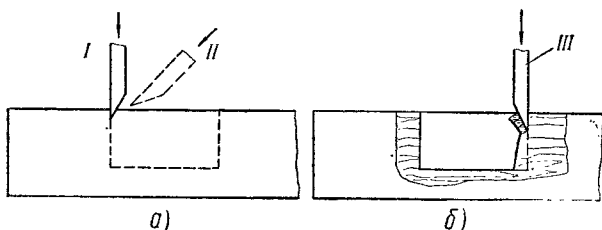
Коловороты с трещоткой (фиг. 89) применяются при изготовлении моделей для ручного сверления, а также для заворачивания и отвертывания шурупов.



Фиг. 89. Коловорот.

### Долбление и резание стамесками

Долбление древесины может осуществляться долотами, толстыми стамесками, на цепнодолбежных станках и электрифицированным цепнодолбежным инструментом. Операцией долбления выполняются прямоугольные и косоугольные отверстия, гнезда, проушины. Процесс долбления долотами и стамесками — это резание древесины поперек волокон и скалывание подрезанного слоя.



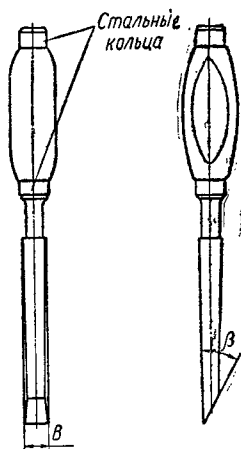
Фиг. 90. Схема долбления.

Долотом или стамеской (фиг. 90, а, операция I) производится подрезка около риски, затем долото ставится под углом (операция II) и производится скалывание. Этими приемами долбление производится до тех пор, пока у задней риски не останется небольшой слой, который начисто срубается долотом или стамеской, повернутой передней гранью к задней риску (фиг. 90, б, операция III). Толщина стружки при долблении должна быть около 5 мм. Сквозные отверстия долбятся с двух сторон. Желательно, чтобы ширина долота или стамески соответствовала ширине отверстия.

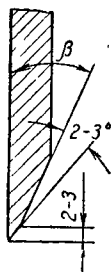
Ручное долбление долотами и стамесками может быть эффективно заменено обработкой на цепнодолбежных, фрезерных и сверлильных станках и цепнодолбежным электроинструментом. Резание стамесками во многих случаях может быть заменено станочной обработкой на фрезерных и шлифовальных станках.

Долбление и резание стамесками производится по разметке. Для нанесения ударов по долоту или стамеске применяются круглые или прямоугольные киянки, изготовленные из твердых пород дерева.

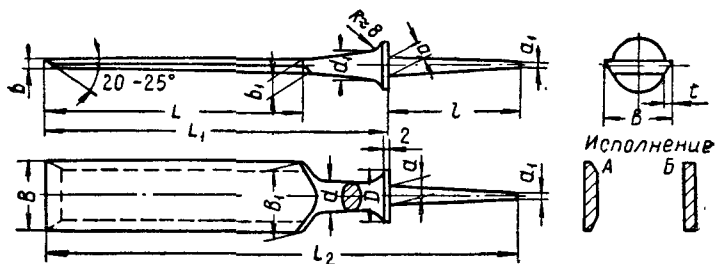
*Долота столярные* (фиг. 91) изготавливаются размерами: ширина  $B=6, 8, 10, 12, 15, 18$  и  $20$  мм; толщина от 8 до 11 мм; рабочая длина от 165 до 280 мм. Угол заточки долота  $\beta$  делается около  $30^\circ$  для мягких пород и около  $35^\circ$  для твердых пород. Увеличение угла заточки достигается путем стачивания на  $5^\circ$  узкой (1—2 мм) кромки (вторая фаска). Рекомендуется угол делать двойным (фиг. 92), увеличив угол  $\beta$  на  $2-3^\circ$ , выполнив на расстоянии 2—3 мм от режущей кромки вторую фаску. Инструментом с такой заточкой легче производить долбление или резание, так как уменьшается сила трения инструмента о древесину, и, кроме того, узкую фаску легче затачивать.



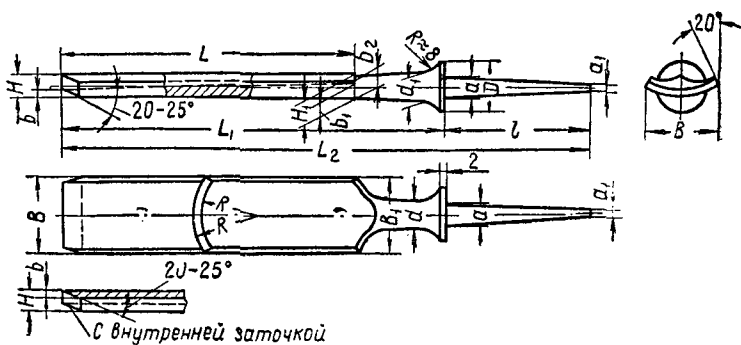
Фиг. 91. Долото столярное.



Фиг. 92. Рекомендуемый угол заточки долот и стамесок.



Фиг. 93. Плоские стамески. Размеры — см. табл. 72 и 73.



Фиг. 94. Полуокруглые стамески. Размеры — см. табл. 74.

Стамески плоские и полукруглые разделяются на:

а) плоские толстые — с фасками и без фасок (фиг. 93), для выдалбливания и зачистки гнезд и пазов, зачистки шипов, снятия кромок и других работ;

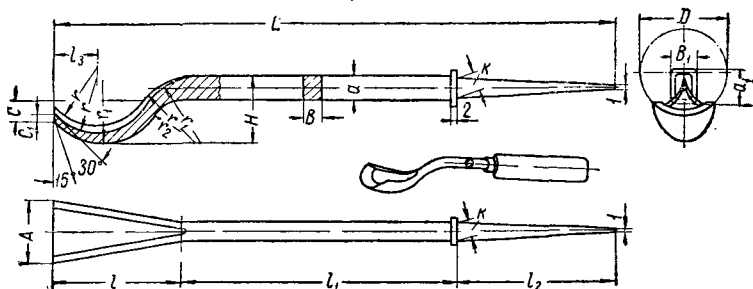
б) плоские тонкие — с фасками и без фасок (фиг. 93), главным образом для зачистки гнезд, пазов, шипов, снятия кромок и других работ;

в) полукруглые с наружной заточкой (фиг. 94) для зарубки и зачистки закругленных шипов и обработки вогнутых и выпуклых поверхностей;

г) полукруглые с внутренней заточкой (фиг. 94) для выдалбливания и зачистки закругленных гнезд и пазов и обработки вогнутых поверхностей.

Размеры стамесок (по ГОСТ 1184—41) плоских толстых приведены в табл. 72, плоских тонких в табл. 73 и полукруглых в табл. 74.

В модельном производстве, кроме стандартных стамесок, используются также ложечными стамесками, или клюкарзами, с наружной и внутренней заточкой (фиг. 95). Этими стамесками удобно выре-



Фиг. 95. Ложечные стамески-клюкарзы.

Размеры — см. табл. 75.

зать внутренние полости различной формы, труднодоступные для резания стандартными стамесками или другим режущим инструментом. Размеры ложечных стамесок приведены в табл. 75.

Долота и стамески изготавливаются из инструментальной углеродистой или хромистой стали. Рабочая часть долот и стамесок подвергается термической обработке на твердость 53—58  $R_C$ . Закалка стамесок шириной 4—18 мм производится на длине 60 мм, шириной 20—50 мм на длине 70 мм и долот на длине около 80 мм от лезвия.

Ручки изготавливаются из древесины твердых пород: клена, ясеня, бука, граба, кизила, боярышника или березы. Древесина должна быть здоровой, без трещин и гнили, с влажностью не более 15%.

Поверхность ручек должна быть гладкой, с закругленными краями и покрыта лаком или олифой.

Размеры ручек для стамесок даны в табл. 76.

Размеры режущих головок цепнодолбежных станков представлены (по ГОСТ 4889—55) в табл. 77.

Таблица 72

Размеры (мм) плоских толстых стамесок (фиг. 93)

Ширина		Толщина		Фаска	Длина			Шейка			Хвостовик			Общая длина (с рукояткой) $L_0$
$B$	$B_1$	$b$	$b_1$	$t$	$L$	$L_1$	$L_2$	$d$	$d_1$	$D$	$a$	$a_1$	$l$	
$4 \pm 0,4$	4	$3 \pm 0,3$	4,5	1,0	105	$125 \pm 7$ $— 5$	175	5	7	12	5	1,8	$50 \pm 5$	255
$6 \pm 0,5$	6	$3 \pm 0,3$	4,5	1,5	105	$125 \pm 7$ $— 5$	175	7	7	12	5	1,8	$50 \pm 5$	255
$8 \pm 0,5$	7	$3 \pm 0,3$	4,5	1,5	105	$125 \pm 7$ $— 5$	175	7	7	12	5	1,8	$50 \pm 5$	255
$10 \pm 0,5$ $10 \pm 0,7$	9	$3 \pm 0,3$	4,5	2	105	$125 \pm 7$ $— 5$	175	7	7	12	5	1,8	$50 \pm 5$	255
$12 \pm 0,5$ $12 \pm 0,7$	11	$4 \pm 0,4$	5,5	2	110	$135 \pm 7$ $— 5$	195	9	9	15	7	2,5	$60 \pm 5$	265
$15 \pm 0,5$	14	$4 \pm 0,4$	5,5	2,5	110	$135 \pm 7$ $— 5$	195	9	9	15	7	2,5	$60 \pm 5$	265
$18 \pm 0,5$ $18 \pm 1,0$	17	$4 \pm 0,4$	5,5	2,5	110	$135 \pm 7$ $— 5$	195	9	9	15	7	2,5	$60 \pm 5$	265
$20 \pm 0,5$ $20 \pm 1,0$	18	$4 \pm 0,5$	6	3	120	$155 \pm 7$ $— 5$	215	12	12	18	7	2,5	$60 \pm 5$	285
$25 \pm 0,5$ $25 \pm 1,0$	23	$4 \pm 0,5$	6	3	120	$155 \pm 7$ $— 5$	215	12	12	18	7	2,5	$60 \pm 5$	285
$30 \pm 0,5$ $30 \pm 1,0$	28	$4 \pm 0,5$	6	4	120	$155 \pm 7$ $— 5$	215	14	12	20	8,5	2,8	$60 \pm 5$	285
$40 \pm 0,5$ $40 \pm 1,0$	38	$4 \pm 0,5$	6	4	120	$155 \pm 7$ $— 5$	215	14	12	20	8,5	2,8	$60 \pm 5$	285
$50 \pm 0,5$ $50 \pm 1,0$	48	$4 \pm 0,5$	6	4	120	$155 \pm 7$ $— 5$	215	14	12	20	8,5	2,8	$60 \pm 5$	285

Таблица 73

Размеры (мм) плоских тонких стамесок (фиг. 93)

Ширина	Толщина		Фаска	Длина			Шейка			Хвостовик			Общая длина (с рукояткой) L <sub>общ</sub>	
	b	b <sub>1</sub>		t	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	d	d <sub>1</sub>	D	a	a <sub>1</sub>		l
B														
12 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,7</sub>	3 ± 0,4	4,0	2,0	110	135 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	195	9	9	15	7	2,5	60 ± 5	265	
15 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,7</sub>	3 ± 0,4	4,0	2,5	110	135 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	195	9	9	15	7	2,5	60 ± 5	265	
18 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	3 ± 0,4	4,0	2,5	110	135 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	195	9	9	15	7	2,5	60 ± 5	265	
20 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	3 ± 0,4	4,5	3,0	120	155 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	215	12	12	18	7	2,5	60 ± 5	285	
(25 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub> )	3 ± 0,4	4,5	3,0	120	155 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	215	12	12	18	7	2,5	60 ± 5	285	
30 <sup>+0,5</sup> <sub>-1,0</sub>	3 ± 0,4	4,5	4,0	120	155 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	215	14	12	20	8,5	2,8	60 ± 5	285	
40 <sup>+0,0</sup> <sub>-1,5</sub>	3 ± 0,4	4,5	4,0	120	155 <sup>+7</sup> <sub>-5</sub>	215	14	12	20	8,5	2,8	60 ± 5	285	

Размеры, поставленные в скобки, по возможности не применять.

Таблица 74

Размеры (мм) полукруглых стамесок (фиг. 94)

Ширина		Ра- диус	Толщина		H	H <sub>3</sub>	Длина			Шейка					Хвостовик			Общая длина (с рукоят- кой) L <sub>0</sub>
B	B <sub>1</sub>		b	b <sub>1</sub>			L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	D	a	a <sub>1</sub>	l		
6±0,5	6	4	2±0,3	3	2,8	3,6	105	<sup>+7</sup> 125—5	175	7	7	3,2	12	5	1,8	50±5	255	
8±0,5	7	5	2±0,4	3	3,4	3,6	105	<sup>+7</sup> 125—5	175	7	7	3,2	12	5	1,8	50±5	255	
10±0,5	9	6	2±0,4	3	4,0	4,2	105	<sup>+7</sup> 125—5	175	7	7	3,6	12	5	1,8	50±5	255	
12 <sup>+0,5</sup> —0,7	11	8	2±0,4	3	4,2	4,5	110	<sup>+7</sup> 135—5	195	9	9	3,8	15	7	2,5	60±5	265	
15 <sup>+0,5</sup> —0,7	14	10	2,5±0,4	3,5	5,2	5,6	110	<sup>+7</sup> 135—5	195	9	9	4,8	15	7	2,5	60±5	265	
20 <sup>+0,5</sup> —1,0	18	12	2,5±0,4	3,5	7,0	6,6	120	<sup>+7</sup> 155—5	215	12	12	5,8	18	7	2,5	60±5	285	
25 <sup>+0,5</sup> —1,0	23	16	3±0,4	4	7,9	7,6	120	<sup>+7</sup> 155—5	215	12	12	7,0	18	7	2,5	60±5	285	
30 <sup>+0,5</sup> —1,0	28	20	3±0,4	4	9,0	8,8	120	<sup>+7</sup> 155—5	215	14	12	8,0	20	8,5	2,8	60±5	285	
40 <sup>+0,5</sup> —1,0	38	23	3±0,4	4	12,2	11,6	120	<sup>+7</sup> 155—5	215	14	12	8,0	20	8,5	2,8	60±5	285	



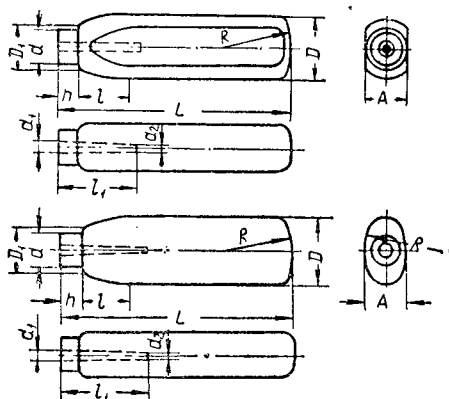
Таблица 75

Размеры (мм) ложечных стамесок-клюкарз (фиг. 95)

$D$	$A$	$a$	$a_1$	$B$	$B_1$	$C$	$C_1$	$r$	$r_1$	$r_2$	$L$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$H$	$K$
10	9	6	10	5	8	3	1	15	18	9	165	32	83	50	11	15	5
15	13	6	10	5	8	4	1,5	18	20	10	180	35	95	50	12	16	5
20	16	8	12	6	9	4	1,5	20	22	11	195	42	98	55	15	20	6
30	22,5	9	12	7	9	5	2	21	23	12	200	45	100	55	16	22	6
40	30	10	15	8	12	7	2,5	23	26	13	205	50	95	60	17	25	7
50	37	10	15	8	12	8	2,5	25	30	15	215	60	95	60	22	31	7

Таблица 76

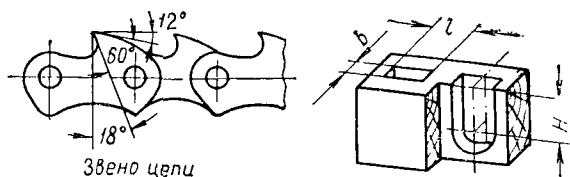
Размеры (мм) ручек для стамесок



Для стамесок шириной	Диаметр			Толщина		Длина			$R$	Отверстие		
	$D$	$D_1$	$d$	$A$		$L$	$h$	$l$		$d_1$	$d_2$	$l_1$
от 4 до 10	$30 \pm 1,5$	20	14	$20 \pm 1,5$		$130 \pm 5$	12	35	35	5	2	40
» 12 » 25	$35 \pm 1,5$	25	19	$25 \pm 1,5$		$130 \pm 5$	12	30	35	7	2,5	50
» 30 » 50	$40 \pm 2$	25	21	$25 \pm 1,5$		$130 \pm 5$	12	30	35	8,5	2,8	50

Таблица 77

## Режущие головки цепнодолбежных станков по дереву



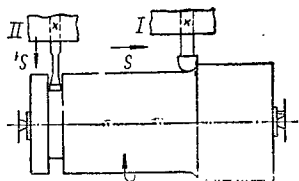
Размеры	Номера головок							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ширина выбираемого гнезда $b$ , мм . . . . .	6 8	10	6 8	10	12 16	12 16	20	25
Наименьшая длина выбираемого гнезда $l$ , мм . . . . .	40	40	55	55	40	55	55	55
Наибольшая глубина выбираемого гнезда $H$ , мм . . . . .	100	120	100	120	140	140	140	140
Ширина режущей цепочки, мм . . . . .	6В <sub>4</sub> 8В <sub>4</sub>	10В <sub>4</sub>	6В <sub>4</sub> 8В <sub>4</sub>	10В <sub>4</sub>	12В <sub>4</sub> 16В <sub>4</sub>	12В <sub>4</sub> 16В <sub>4</sub>	20В <sub>4</sub>	25В <sub>4</sub>
Наибольшая длина рабочей части линейки, мм . . . . .	100	120	100	120	140	140	140	140

Примечание. Звездочки режущих головок № 1, 2 и 5 изготовляются одиорядными четырехзубыми; № 3, 4 и 6 — одиорядными шести-зубыми; № 7 и 8 — двухрядными шестизубыми. Головки № 1 и 2 могут быть изготовлены сдвоенными для одновременной выборки двух гнезд. Основные углы режущей части: угол заострения  $\beta = 60^\circ \pm 2$ ; передний угол  $\gamma = 18^\circ \pm 2$ ; задний угол  $\alpha = 12^\circ$ .

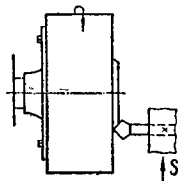
## Токарная обработка

Модели, части к ним и стержневые ящики, имеющие форму тел вращения, обрабатываются на токарных станках. В зависимости от размеров моделей обточка производится на мелких, средних и крупных токарных станках. Существуют токарные станки для обточки в центрах, лобовой обточки и универсальные. С установкой в центрах обрабатываются обычно детали, длина которых больше диаметра (исключение может быть для мелких деталей, устанавливаемых в патроне) и, наоборот, когда диаметр деталей больше длины, обточка производится с установкой заготовки на планшайбе токарного станка.

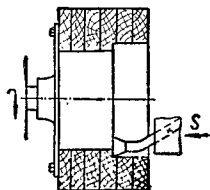
Обработка наружных поверхностей называется *обточкой*. В зависимости от положения обрабатываемых поверхностей относительно оси вращения заготовок обточка разделяется на осевую (фиг. 96) и торцовую (фиг. 97). Обработка внутренних поверхностей отверстий и углублений называется *расточкой* (фиг. 98).



Фиг. 96. Осевая обточка и подрезка или отрезка.  $s$  и  $s_1$  — подачи.



Фиг. 97. Торцовая обточка.  $s$  — подача проходного резца.



Фиг. 98. Расточка.  $s$  — подача.

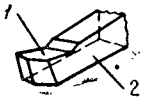
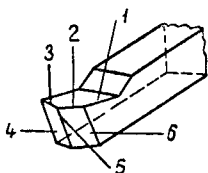
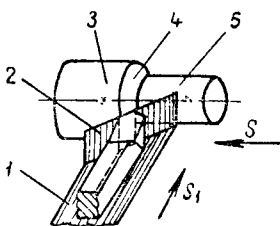
В зависимости от формы обрабатываемой поверхности деталей токарная обработка может быть прямолинейной и криволинейной. Применяется также обточка выпуклых и вогнутых сферических поверхностей моделей с помощью копировального приспособления. Кроме этого, токарную обработку различают по способу установки и крепления заготовки в станке: обточка в центрах; обточка и расточка на планшайбе; обточка и расточка крупных деталей на планшайбе с крестовиной; обточка мелких деталей в винтовом патроне; обточка и расточка в кулачковом патроне; обточка и расточка в цилиндрическом патроне.

Режущими инструментами при токарной обработке являются суппортные резцы разного назначения, резцы и ножи, закрепляемые в державках, и токарные ручные резцы — стамески. Мерительными инструментами служат: металлические линейки с нормальным делением и усадочные; кронциркули; нутромеры, штангенциркули; шаблоны из фанеры и шаблоны металлические.

**Углы резца и углы резания** (фиг 99 и табл. 78, см. также фиг. 64). Главные углы резца измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Таблица 78

## Токарные резцы

Чертеж	Элементы резца
	<p>Элементы резца: 1 — головка резца; 2 — тело резца</p>
	<p>1 — передняя грань; 2 — главная режущая кромка; 3 — вспомогательная режущая кромка; 4 и 6 — задние грани; 5 — вершина резца</p>
	<p>1 — основная плоскость; 2 — плоскость резания; 3 — обрабатываемая поверхность; 4 — поверхность резания; 5 — обработанная поверхность; s — продольная подача; <math>s_1</math> — поперечная подача</p>

*Вспомогательным задним углом  $\alpha_1$*  называется угол между вспомогательной задней гранью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости. Вспомогательный задний угол измеряется во вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

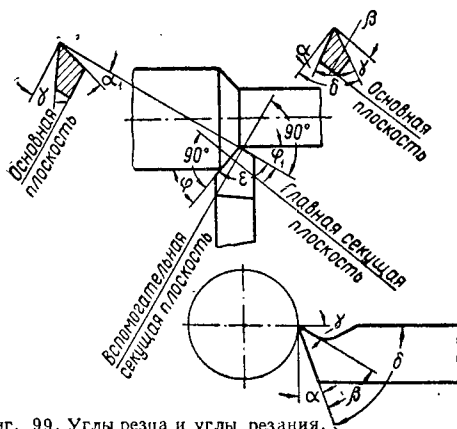
*Главным углом в плане  $\varphi$*  называется угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

*Вспомогательным углом в плане  $\varphi_1$*  называется угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

*Углом при вершине в плане  $\epsilon$*  называется угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

*Передний угол  $\gamma$*  воспринимает давление стружки о резец. С увеличением переднего угла уменьшается давление стружки и умень-

шается угол заострения резца  $\beta$ . При обработке древесины угол делается меньше, чем при обработке металла, но слишком малый



Фиг. 99. Углы резца и углы резания.

угол  $\beta$  уменьшает стойкость резца, особенно при резании вдоль волокон. Угол  $\gamma$  рекомендуется делать равным от 25 до 45°, угол  $\beta$  от 35 до 50°.

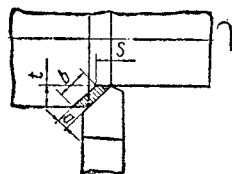
Задний угол  $\alpha$  делается для того, чтобы избежать трения задней грани резца о поверхность резания. Рекомендуется задний угол делать равным 15—20°.

Главный угол в плане  $\varphi$  определяет величину усилия, отгибающего изделие от резца. Чем угол  $\varphi$  меньше при обточке вдоль волокон древесины, тем больше допустимая скорость резания, но зато тем больше прогиб обрабатываемого изделия. Поэтому при обточке деталей небольшого диаметра и большой длины угол  $\varphi$  увеличивается и в некоторых случаях доводится до 90°.

Элементы резания (фиг. 100). Главным движением у токарного станка является вращательное движение обрабатываемого изделия.

Вспомогательным движением является движение резца на врезание в новые слои материала. Глубиной резания  $t$  называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, перпендикулярное к последней. Шириной стружки  $b$  называется расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное на поверхности резания. Толщиной стружки  $a$  называется расстояние, измеряемое в направлении, перпендикулярном к ширине стружки, между двумя последовательными положениями поверхности резания за один оборот изделия.

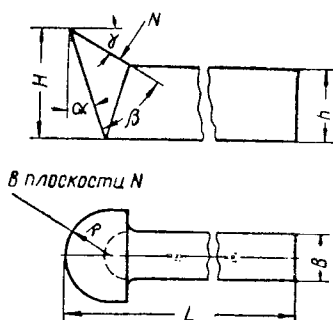
Типы резцов. Различные типы токарных резцов и державок представлены в табл. 79—87.



Фиг. 100. Элементы резания.

Таблица 79

Резцы обдирочные с поднятой режущей кромкой для обработки древесины вдоль волокон



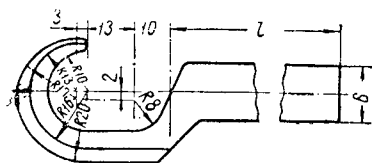
Размеры, мм

L	B	h	R	H
150—250	12	20	12	30
200—250	16	20	15	30
300—400	16	25	17	35
300—400	20	30	22	45

Рекомендуемые значения углов:  $\alpha=15\div 20^\circ$ ;  $\beta=40^\circ$ ;  $\gamma=30\div 35^\circ$ .

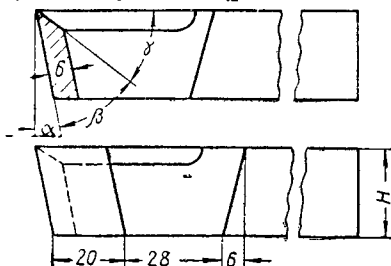
Таблица 80

Резцы обдирочные крючкообразные для обработки древесины вдоль волокон



Размеры, мм

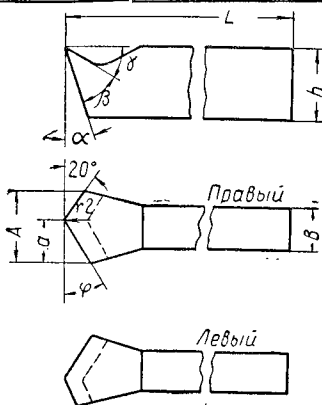
l	B	H
300	16	25
300	20	25
350	25	25



Рекомендуемые значения углов:  $\alpha=10\div 15^\circ$ ;  $\beta=40\div 45^\circ$ ;  $\gamma=35^\circ$ .

Таблица 81

Резцы для наружной обточки



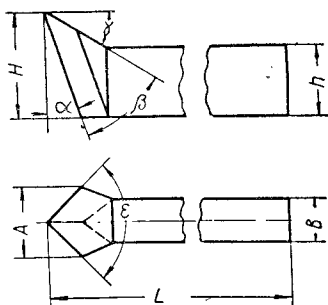
Размеры, мм

L	B	h	A	a
150—250	12	20	20	12
200—250	16	20	30	18
250—300	16	25	30	18
250—300	20	30	35	20

Рекомендуемые значения углов:  $\alpha=15\div 20^\circ$ ;  $\beta=40^\circ$ ;  $\gamma=30\div 35^\circ$ ;  $\varphi=30\div 45^\circ$ .

Таблица 82

Резцы для наружной обточки симметричные



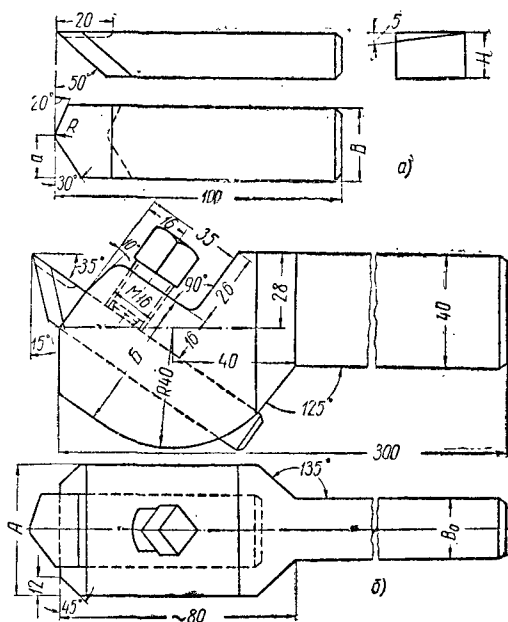
Размеры, мм

L	B	h	H	A
150—250	12	20	30	20
200—250	16	20	30	30
250—300	16	25	35	30
250—300	20	30	45	35

Рекомендуемые значения углов:  $\alpha=15\div 20^\circ$ ;  $\beta=40^\circ$ ;  $\gamma=30\div 35^\circ$ ;  $\epsilon=80\div 90^\circ$ .

Таблица 83

Резцы-ножи для наружной обточке (а) и державка с резцом (б)

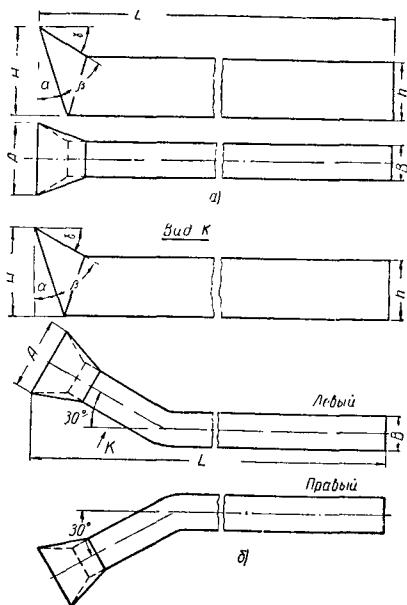


Размеры резцов, мм			Размеры державок, мм		
<i>B</i>	<i>H</i>	<i>a</i>	<i>A</i>	<i>B<sub>0</sub></i>	<i>Б</i>
20	12	12	40	16	45
25	16	15	45	20	50



Таблица 84

Резцы прямой для обточки поперек волокон (а) и изогнутый для торцовой обточки и расточки древесины (б)



Размеры, мм					Рекомендуемые значения углов		
L	B	h	A	H	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
150—250	12	20	25	30	15—20°	40°	30—35°
200—250	16	20	30	30			
300—400	16	25	30	35			
300—400	20	30	35	45			

Таблица 85

Ножи для торцевой обточке (а) и державка с ножом (б)

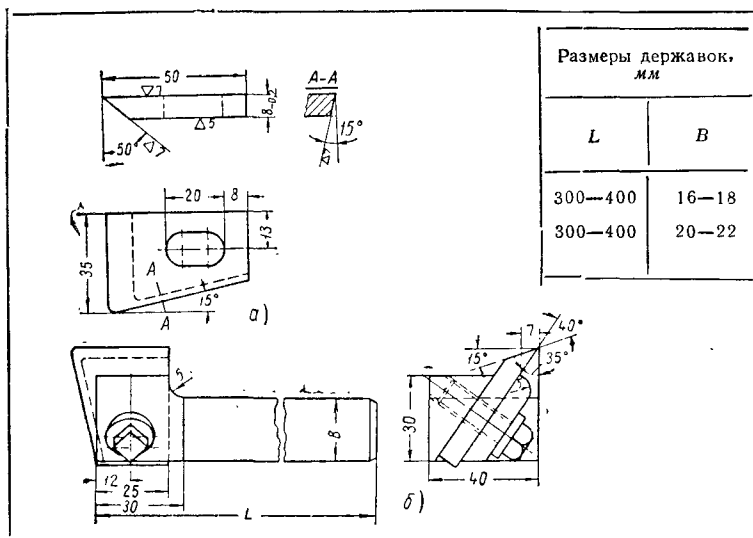


Таблица 86

Резцы отрезные

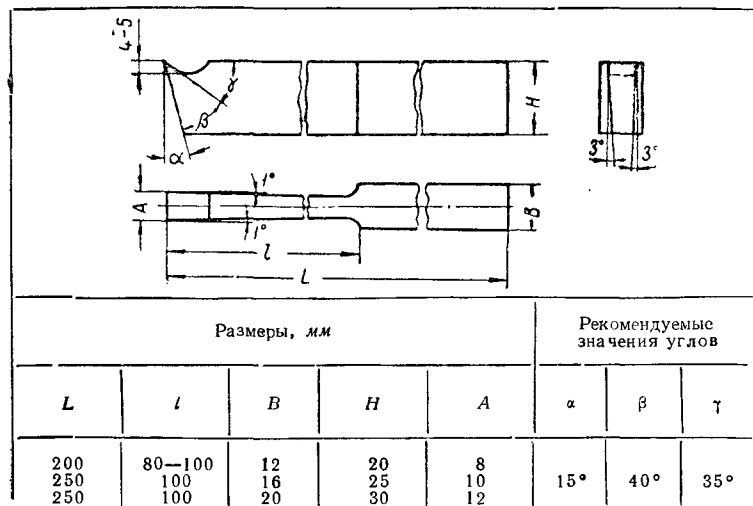
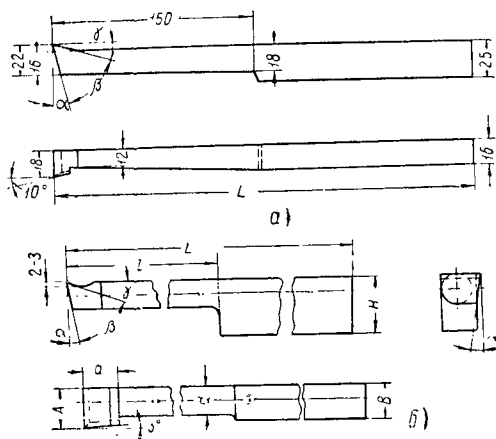


Таблица 87

Резцы расточные плоский (а) и круглый (б)



Размеры, мм							Рекомендуемые значения углов		
L	l	B	H	h	A	a	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
250	100	12	20	10	15	10	10—15°	60—55°	20°
300—400	120	16	25	12	18	12			
300—400	150	20	30	16	22	15			

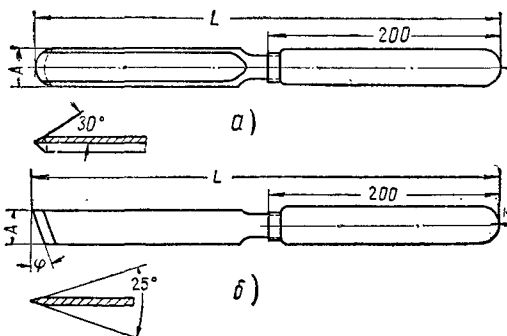
При обточке моделей применяются преимущественно суппортные резцы без державок и с державками. Применение державок позволяет экономить инструментальную сталь, облегчает изготовление резцов и, когда необходимо, увеличивает вылет резца.

Суппортные резцы разделяются по форме головок на резцы проходные — для наружной обточки, вдоль и поперек волокон древесины; расточные — для расточки отверстий, углублений, гнезд; отрезные — для отрезки и подрезки.

Суппортные резцы изготавливаются из инструментальной стали марки У8А. Твердость режущей кромки должна быть 58—61 HRC. В модельном цехе Уралмашзавода для обточки деревянных моделей применяют резцы с наварными пластинами из быстрорежущей стали.

Державки к резцам могут быть изготовлены из стали марки Ст. 5.

Ручные резцы применяются как вспомогательный режущий инструмент (фиг. 101). Ручные резцы изготавливаются из тех же сталей, что столярные стамески, и к ним применяется такая же термообработка.



Фиг. 101. Резец ручной полукруглый с  $L = 340 \div 400$  мм,  $A = 6 \div 40$  мм (а) и ручной плоский с  $L = 340 \div 400$  мм,  $A = 10 \div 40$  мм;  $\varphi = 20 \div 25^\circ$  (б).

### 3. ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ РУЧНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

В модельных цехах электрифицированный инструмент применяется для распиливания, строгания, фрезерования, сверления, шлифования, закручивания шурупов и заточки режущих инструментов.

#### Технические характеристики электрифицированных инструментов

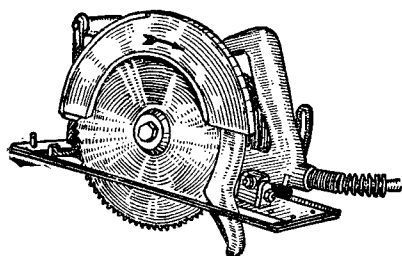
**Безредукторная дисковая электропила марки И-20 (фиг. 102).**

Диаметр пильного диска, мм . . . . .	250
Наибольшая глубина пропила, мм . . . . .	60
Число оборотов пильного диска в минуту . . . . .	2800
Угол наклона, пропила, град. . . . .	0—45
Вес, кг . . . . .	около 14

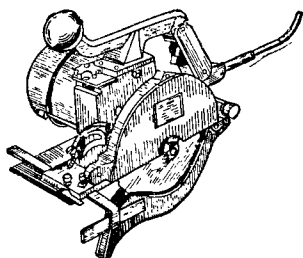
**Редукторная дисковая электропила марки И-78 (фиг. 103).**

Диаметр пильного диска, мм . . . . .	180
Наибольшая глубина пропила, мм . . . . .	60
Число оборотов пильного диска в минуту . . . . .	2700
Число оборотов вала электродвигателя в минуту . . . . .	2700
Угол наклона пропила, град. . . . .	0—45
Вес, кг . . . . .	около 11

Скорость резания для дисковых электропил 25—35 м/сек. Рекомендуемые скорости подачи для мягких пород дерева: 1,2—1,8 м/мин, для твердых 0,6—0,9 м/мин.



Фиг. 102. Безредукторная дисковая электропила марки И-20.



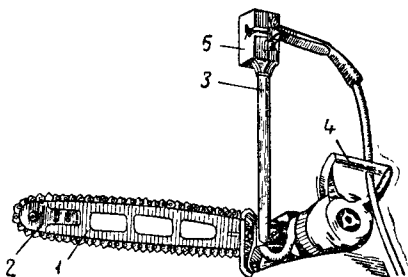
Фиг. 103. Редукторная дисковая электропила марки И-78.

**Цепные электропилы.** Для модельных работ и особенно для распиливания досок на складах пиломатериалов может быть использована цепная электропила марки ЦНИИМЭ-К5 с пильной цепью ПЦ-15 (фиг. 104). Ее техническая характеристика:

Рабочая длина пильной шины, мм. . . . .	475
Скорость движения пильной цепи, м/сек. . . . .	5,5
Напряжение, в. . . . .	220
Потребляемая мощность, вт. . . . .	1900
Сила тока, а. . . . .	6,9
Вес пилы, кг. . . . .	8

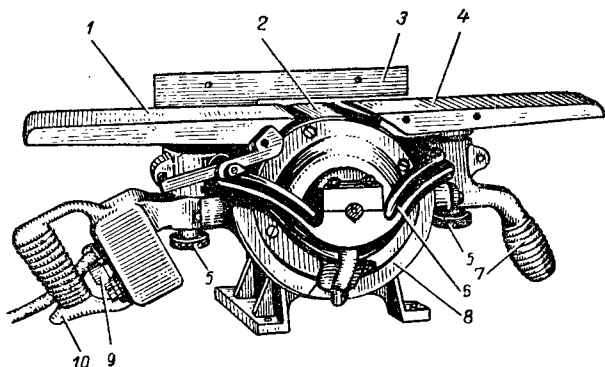
Фиг. 104. Цепная электропила марки ЦНИИМЭ-К5:

1 — пильная шина; 2 — головка шины с ведомой звездочкой; 3 — длинная рукоятка; 4 — короткая рукоятка; 5 — корпус выключателя.



**Электрорубанки.** Электрорубанок марки И-24 (фиг. 105) может быть использован для строгания ножами вверх (как фуговальный станок). Электрорубанок марки И-25 предназначен для работы ножами вниз.

Марка . . . . .	И-24	И-25
Наибольшая ширина строгания, мм. . . . .	100	60
Наибольшая глубина строгания, мм. . . . .	2	1,5
Скорость резания, м/сек. . . . .	20,5	19,5
Род тока . . . . .	переменный	трехфазный
Напряжение, в. . . . .	220—127	220/127
Потребляемая мощность, вт. . . . .	600	450
Сила тока, а. . . . .	2/3,5	1,7/3
Число оборотов вала электродвигателя в минуту . . . . .	2630	2080
Вес, кг. . . . .	15	7,5
Рекомендуемая скорость подачи, м/мин . . . . .	3—5	3—5



Фиг. 105. Электрорубанок типа И-24:

1 — задняя панель; 2 — ножевой барабан; 3 — направляющая съемная линейка; 4 — передняя панель; 5 — регулировочные винты; 6 — рама; 7 — передняя рукоятка; 8 — кожух; 9 — курок выключателя; 10 — задняя рукоятка.

#### Электросверлилка по дереву марки И-27 (фиг. 106).

Наибольший диаметр сверления, мм. . . . .	26
Наибольшая глубина сверления, мм. . . . .	1000
Число оборотов шпинделя в минуту . . . . .	500
Род тока. . . . .	Переменный, трехфазный
Напряжение, в. . . . .	220/127
Потребляемая мощность, вт. . . . .	600
Сила тока, а. . . . .	1,8/3
Вес с колонками, кг. . . . .	16
Скорость резания при сверлении, м/сек в зависимости от диаметра сверла. . . . .	0,1—1,0
Скорость подачи, м/мин. . . . .	до 1,0

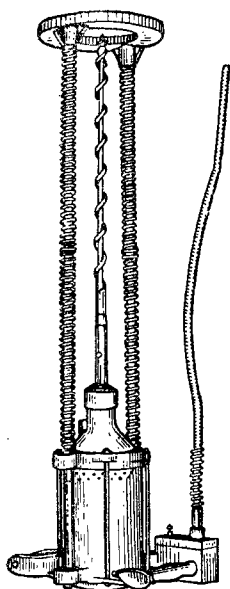
Для сверления отверстий диаметром до 10 мм может быть использована электросверлилка по металлу пистолетного типа И-53.

#### Электродолбежник марки И-1 (фиг. 107).

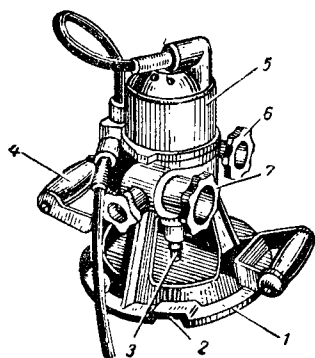
Наибольшие размеры паза долбления, мм. . . . .	20×55
Наибольшая глубина долбления, мм. . . . .	150
Число оборотов вала двигателя и звездочки в минуту . . . . .	2800
Род тока. . . . .	Переменный, трехфазный
Напряжение, в. . . . .	220
Потребляемая мощность, вт. . . . .	1200
Номинальная сила тока, а. . . . .	3,6
Вес, кг. . . . .	16,5
Скорость резания (движения цепи), м/сек. . . . .	5—7
Скорость подачи долбежной цепи, м/мин. . . . .	до 0,5

#### Электрофрезер марки И-56 (фиг. 108).

Число оборотов шпинделя в минуту . . . . .	2650
Наибольший диаметр фрезы, мм. . . . .	50
Наибольшая глубина фрезерования, мм. . . . .	75
Род тока. . . . .	Переменный, трехфазный
Напряжение, в. . . . .	220/127
Потребляемая мощность, вт. . . . .	700
Сила тока, а. . . . .	2,5/5,4
Вес, кг. . . . .	11,5

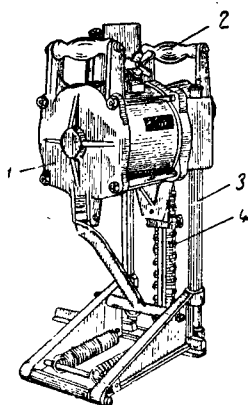


Фиг. 106. Электросвер-  
лилка по дереву марки  
И-27.



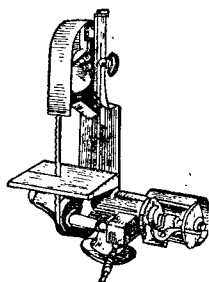
Фиг. 108. Электрофрезер марки  
И-56:

1 — корпус; 2 — пазы для направляющих линеек; 3 — шпиндель; 4 — рукоятка ручной подачи; 5 — мотор; 6 — рукоятка зажима; 7 — рукоятка вертикальной подачи инструмента (шпинделя).



Фиг. 107. Электродолбежник  
марки И-1:

1 — мотор; 2 — рукоятка подачи цепи; 3 — направляющие линейки; 4 — долбежная цепь.



Фиг. 109. Универсальный  
электронструмент марки  
И-124.

**Универсальные электроинструменты.** Универсальные электроинструменты имеют набор различных деталей. Электродвигатель может работать обоими концами вала как шпинделями. Все это позволяет использовать универсальные инструменты для выполнения различных работ: пиления, строгания, сверления, фрезерования, точения и заточки режущего инструмента.

Универсальные электроинструменты используются как ручные, но могут быть использованы и в качестве настольного станка.

Универсальный электроинструмент марки И-124, настроенный на ленточную пилу и одновременно на точило (фиг. 109):

Число оборотов вала электродвигателя в минуту . . . . .	2650
Род тока . . . . .	трехфазный
Напряжение, <i>в</i> . . . . .	220/127
Потребляемая мощность, <i>вт</i> . . . . .	700
Сила тока, <i>а</i> . . . . .	2,5/5,4
Число оборотов шпинделя в минуту:	
быстроходного . . . . .	2650
тихоходного . . . . .	450
Вес комплекта, <i>кг</i> . . . . .	16

#### Электрогайковерты (электроключи) и электроотвертки.

Электрогайковерт марки И-32 (фиг. 110):

Число оборотов в минуту . . . . .	600
Напряжение, <i>в</i> . . . . .	127/220
Потребляемая мощность, <i>вт</i> . . . . .	275
Сила тока при напряжении 220 <i>в</i> , <i>а</i> . . . . .	1,4
Вес, <i>кг</i> . . . . .	4,3

Электрогайковерт может быть использован и как электроотвертка. Державка отвертки или ключа, когда шуруп или гайка будут завернуты полностью, автоматически выключается. Выключение производится помещенной между шпинделем и державкой кулачковой муфтой (фиг. 110, б). При возникновении слишком большого усилия зубья муфты размыкаются.

#### Электрошлифовалки марки И-106 (фиг. 111).

Ширина шлифовальной ленты, <i>мм</i> . . . . .	75
Диаметр ведущего ролика, <i>мм</i> . . . . .	57
Скорость движения шлифовальной ленты, <i>м/сек</i> , . . . . .	4,3
Потребляемая мощность, <i>вт</i> . . . . .	900
Число оборотов вала электродвигателя в минуту . . . . .	1425

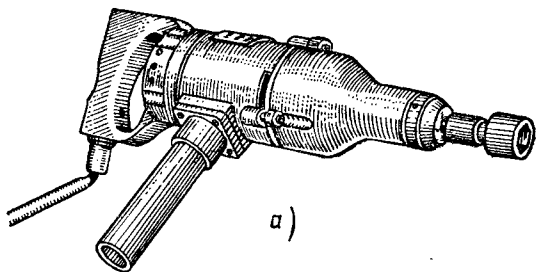
Удельное давление при шлифовании древесины не должно быть выше 0,06—0,07 *кг/см²*. Расход шкурки на 100 *м²* поверхности мягкой древесины около 0,5 *м²*.

**Электроинструменты с гибким валом.** Электроинструменты с гибким валом (фиг. 112) применяются как универсальные при изготовлении металлических моделей, но могут быть использованы и при изготовлении деревянных моделей на операциях сверления, фрезерования и зачистки.

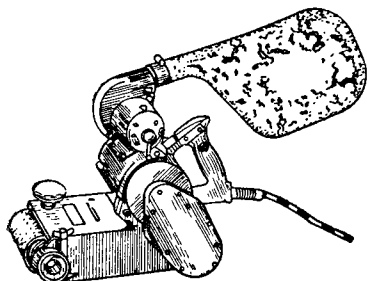
#### Правила пользования электроинструментами

При большой нагрузке и продолжительной работе возможен перегрев электродвигателя. Нагрев электродвигателя свыше 60—65° не допускается. Работа электроинструментом должна производиться на кратковременном или повторно-кратковременном режиме. При

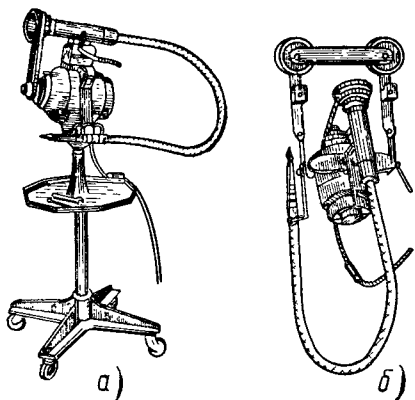




Фиг. 110. Электрорычаг марки И-32 (а) и кулачковая муфта (б).



Фиг. 111. Электрошлифовалка марки И-106.



Фиг. 112. Электроинструмент с гибким валом

а — на колонке; б — передвижной для передвижения по моно- рельсу.

кратковременном режиме работают непрерывно до 5 мин., а затем делают длительный перерыв для охлаждения. При повторно-кратковременном режиме работают с остановками, равными периоду работы, который не должен превышать 2—3 мин. Если корпус электродвигателя окажется слишком нагретым, работу следует прекратить.

Проверка нагрева производится рукой на ощупь.

Перед началом работы следует проверять исправность электроинструмента: крепление деталей, винтов и гаек, легкость вращения от руки валов и шпинделей, обеспеченность смазкой, исправность электрошланга и штепселя. Следует произвести несколько включений и выключений электроинструмента, чтобы проверить действие выключателя и ход инструмента.

Основные неисправности электроинструментов и способы их устранения перечислены в табл. 88

### **Правила техники безопасности при работе электроинструментами**

К работе электроинструментом могут быть допущены модельщики после достаточной подготовки и проверки знаний по эксплуатации электроинструмента и правилам техники безопасности.

Основные правила техники безопасности:

1. Категорически запрещается работать без заземления инструмента, а в сетях с заземленной нейтралью — без зануления, если рабочее напряжение превышает 40 в.

2. Начинать работу можно, только убедившись в полной исправности электроинструмента и в надежном закреплении режущего инструмента.

3. Запрещается производить регулирование и устранять неисправности при включенном электродвигателе. При всяком ремонте питающий шнур должен быть отсоединен от сети.

4. Включать электродвигатель следует только перед самым началом рабочей операции.

5. При всяком перерыве в работе двигатель должен быть выключен.

6. Необходимо следить за исправностью изоляции питающего шнура, не допускать его петления и перекручивания.

7. Нельзя прокладывать шнур через подъездные пути и в местах складывания материалов. При необходимости такой прокладки шнур нужно надежно защищать от повреждений, подвесив его или прикрыв досками.

8. При переходе с инструментом с одного места работы на другое не допускать натяжения шнура.

9. Не разрешается оставлять без надзора инструмент, присоединенный к электросети.

Кроме перечисленных общих правил техники безопасности, при работе электроинструментом должны также соблюдаться специальные правила техники безопасности, зависящие от назначения и устройства инструмента.

Эти специальные правила техники безопасности даются в инструкциях, прилагаемых к каждому инструменту.

Таблица 88

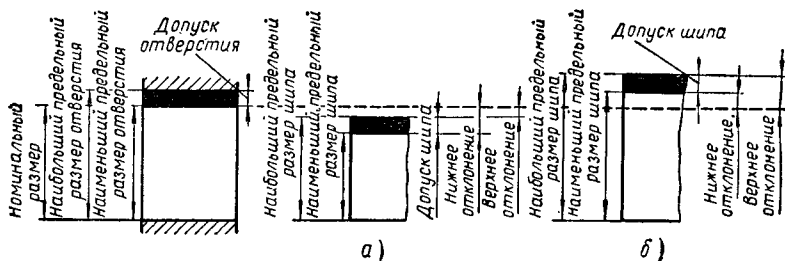
Основные неисправности электроинструмента и способы их устранения

Неисправность	Причина неисправности	Способ устранения неисправности
Электроинструмент включен, двигатель не работает	Нет напряжения в сети. Сгорели предохранители. Неисправен выключатель. Нет контакта щеток с коллектором	Поставить новые предохранители. Вскрыть и исправить выключатель. Прочистить коллектор и подогнуть щетки
Электродвигатель включен, но не вращается или вращается медленно, слышен гул	Нет напряжения в одной фазе двигателя из-за неисправности предохранителя или выключателя	Поставить новый предохранитель. Вскрыть и исправить выключатель
Быстро и сильно нагревается корпус электроинструмента	Перегружен электроинструмент. Отсырела обмотка двигателя. Неправильно собран электроинструмент	Уменьшить нагрузку (подачу) и продолжительность непрерывной работы. Отправить инструмент на просушку. Проверить правильность сборки, легкость движения узлов, разобрать инструмент и устранить дефекты
Чрезмерно греется корпус редуктора	Отсутствует или загрязнилась смазка в коробке редуктора	Добавить или заменить смазку
Чрезмерно греются подшипники	Отсутствует или загрязнилась смазка в подшипниках	Добавить или заменить смазку
При прикосновении к электроинструменту «бьет» током	Замыкание токоведущих частей на корпус при отсутствии заземления	Найти и устранить место замыкания. Обеспечить заземление инструмента
Сильное искрение на коллекторе	Плохой контакт между щетками и коллектором из-за ослабления пружин щеток или загрязнения коллектора	Исправить пружины или заменить новыми. Прочистить коллектор и пригнать щетки

Примечание. Неисправности электроинструмента должны устраняться электромонтерами.

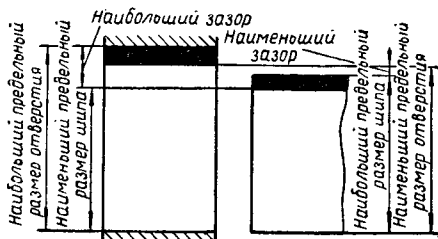
#### 4. ДОПУСКИ И ПОСАДКИ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

ГОСТ 6449—53 устанавливает систему допусков и посадок, регламентирующую точность обработки и сборки деталей, узлов и изделий из древесины, фанеры, столярных плит и тому подобных материалов и обеспечивающую необходимую прочность, или плотность, или взаимную подвижность сопрягаемых частей изделия.



Фиг. 113. Наибольшие и наименьшие предельные размеры отверстия и шипа: а — размеры шипа меньше размеров отверстия; б — размеры шипа больше размеров отверстия. Поля допусков зачернены.

Номинальным (фиг. 113) размером детали, узла и изделия называется основной расчетный размер. Действительным размером называется размер, получаемый непосредственным измерением. Предельными размерами называются размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них называется наибольшим, а другой — наименьшим предельным размером.

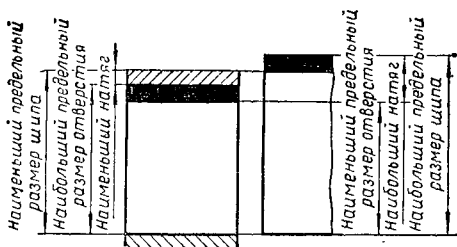


Фиг. 114. Зазоры.

Допуском называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами. Верхним отклонением называется разность между наибольшим предельным размером и номинальным размером. Нижним отклонением называется разность между наименьшим предельным размером и номинальным размером.

При сборке двух деталей, входящих одна в другую, различают внешнюю охватывающую поверхность и внутреннюю охватываемую поверхность. Охватывающая поверхность носит общее название *отверстие* (*гнездо*), а охватываемая — *вал* (*шип*). Размер отверстия (гнезда) является основным, а размер вала (шипа) — присоединительным. Свободными размерами называются несопрягаемые размеры.

**Зазором** (фиг. 114) называется положительная разность между размерами отверстия и вала, создающая ту или иную степень свободы их относительного движения. Наибольшим зазором называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала. Наименьшим зазором называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.



Фиг. 115. Натяги.

**Натягом** (фиг. 115) называется отрицательная разность между размерами отверстия и вала до сборки, создающая после сборки ту или иную степень плотности и прочности их неподвижного соединения. Наибольшим натягом называется разность между наименьшим предельным размером отверстия и наибольшим предельным размером вала.

Наименьшим натягом называется разность между наибольшим предельным размером отверстия и наименьшим предельным размером вала.

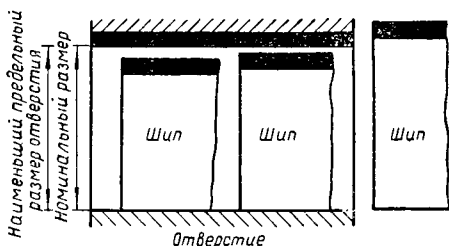
Допуском зазора или натяга (или допуском посадки) называется разность между наибольшим и наименьшим зазором или наибольшим и наименьшим натягом. Допуск посадки равен сумме допусков отверстия и вала (шипа). У обеих деталей соединения номинальный размер отверстия и вала должен быть один и тот же. Он носит название «номинальный размер соединения».

**Посадка** определяет характер соединения двух вставленных одна в другую деталей и обеспечивает в той или иной степени, в зависимости от разности фактических размеров, свободу их относительного перемещения или прочность их неподвижного соединения.

Системой допусков называется планомерно построенная совокупность допусков и посадок. Система допусков и посадок по своему построению является системой отверстия и подразделяется по величине допусков на несколько классов точности, а по величине зазоров или натягов на ряд посадок. Система отверстия характе-

ризуется тем, что в ней для всех посадок одной и той же степени точности (одного класса), отнесенных к одному и тому же номинальному размеру, предельные размеры отверстия остаются постоянными (фиг. 116). Осуществление различных посадок достигается соответствующим изменением предельных размеров вала. В системе отверстия номинальный размер является наименьшим предельным размером отверстия.

В зависимости от величины допусков зазора и натяга при одинаковых посадках и одних и тех же номинальных размерах различают посадки разной степени точности, группируемые по отдельным классам точности. Классы точности определяются допусками на обработку деталей и узлов и обозначаются в порядке уменьшения точности цифрами 1, 2 и 3.



Фиг. 116. Взаимное расположение полей допусков отверстия и шипа для одного и того же класса точности при различных посадках.

Системой предусматриваются следующие виды посадок: прессовая, тугая, напряженная, плотная, скользящая, ходовая и легкоходовая.

*Прессовая* посадка характеризуется нулевой величиной наименьшего натяга.

*Тугая, напряженная и плотная* посадки являются переходными посадками, при которых могут получаться как зазоры, так и натяги.

*Скользящая* посадка характеризуется нулевой величиной наименьшего зазора.

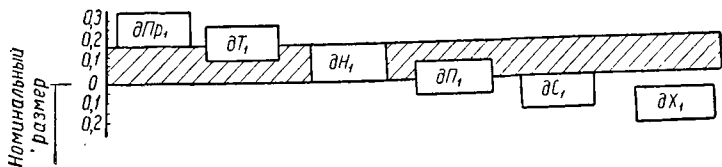
*Ходовая и легкоходовая* посадки являются подвижными посадками и характеризуются наличием между сопрягаемыми поверхностями гарантированного (наименьшего) зазора, обеспечивающего возможность их относительного перемещения.

Посадки обозначаются:

Прессовая . . . . .	дПр	Скользящая . . . . .	дС
Тугая . . . . .	дТ	Ходовая . . . . .	дХ
Напряженная . . . . .	дН	Легкоходовая . . . . .	дЛ
Плотная . . . . .	дП		

Основной размер, т. е. размер отверстия, обозначается буквами  $\partial A$ . Взаимное расположение допусков отверстия и шипа при различных посадках показано на фиг. 117.

При отнесении посадок к 1 и 3 классам точности к буквенному обозначению данной посадки добавляется соответствующий цифровой индекс, например,  $\partial P_3$ — посадка плотная 3 класса. Посадкам 2 класса точности цифровой индекс не присваивается.



Фиг. 117. Взаимное расположение полей допусков отверстия (заштриховано) и полей допусков (светлые прямоугольники) шипа для размеров 10—18 мм, выполняемых по первому классу точности.

Условные обозначения допусков и посадок определяются буквенными и числовыми величинами, например:

Предельные отклонения основного размера (отверстия) 40 мм 1 класса точности:

Буквенные обозначения	Числовые обозначения
40 $\partial A_1$	40 + 0,20

Предельные отклонения вала (шипа) размером 30 мм 2 класса точности при плотной посадке:

30 $\partial P$	30 + 0,20
	— 0,15

Предельные отклонения размеров деталей в собранном виде при номинальном размере соединения 500 мм; в числителе дается обозначение отклонений отверстия, а в знаменателе — отклонений вала 3 класса точности при ходовой посадке:

$$500 \frac{\partial A_3}{\partial X_3} \quad 500 \frac{+1,4 \text{ дет. 1}}{-0,7 \text{ дет. 2}}$$

Выбор класса точности и посадок следует производить в зависимости от требуемого качества сопряжения, назначения, конструктивных особенностей и условий эксплуатации изделия. При выборе той или иной посадки следует исходить из допускаемых натягов и зазоров, обеспечивающих или прочность, или плотность, или подвижность сопрягаемых деталей и узлов.

Тугая посадка применяется в серединных соединениях, где допускаются большие натяги. Напряженная посадка применяется в кон-

цевых соединениях деталей, например в соединениях рамок различных конструкций при одинарных шипах и т. п. Плотная посадка применяется в соединениях с наименьшими возможными натягами, например в шпунтовых соединениях досок, концевых соединениях рамок различных конструкций при двойных шипах и т. п.

Скользкая посадка применяется в соединениях, когда детали и узлы вставляются на место вручную или посредством легких ударов деревянным молотком, например в соединениях в шпунт щитовых заготовок. Ходовая посадка применяется в соединениях плоскостных конструкций в случаях, когда должен быть обеспечен наибольший гарантийный зазор, например в соединениях отъемных частей и разъемов моделей. Легкоходовая посадка обеспечивает большие значения наименьших зазоров, когда в процессе эксплуатации возможно изменение размеров деталей от изменения влажности.

Отклонения свободных размеров определяются по табл. 89, а предельные отклонения от номинальных размеров сопрягаемых деталей и узлов в зависимости от класса точности и посадок по табл. 90—92.

Величины натягов и зазоров устанавливаются по табл. 93—95.

Таблица 89

Свободные размеры. Предельные отклонения (размеры в мм)

Номинальные размеры			Предельные отклонения			
			1-й ряд	2-й ряд	3-й ряд	4-й ряд
от	1	до 10	$\pm 0,13$	$\pm 0,25$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
св.	10	до 18	$\pm 0,15$	$\pm 0,30$	$\pm 0,6$	$\pm 1,0$
»	18	» 30	$\pm 0,18$	$\pm 0,35$	$\pm 0,7$	$\pm 1,5$
»	30	» 50	$\pm 0,20$	$\pm 0,40$	$\pm 0,8$	$\pm 1,5$
»	50	» 80	$\pm 0,23$	$\pm 0,45$	$\pm 0,9$	$\pm 2,0$
»	80	» 120	$\pm 0,25$	$\pm 0,50$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
»	120	» 260	$\pm 0,30$	$\pm 0,60$	$\pm 1,2$	$\pm 2,5$
»	260	» 500	$\pm 0,35$	$\pm 0,70$	$\pm 1,4$	$\pm 3,0$
»	500	» 800	$\pm 0,45$	$\pm 0,85$	$\pm 1,7$	$\pm 3,5$
»	800	» 1250	$\pm 0,50$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 4,0$
»	1250	» 2000	$\pm 0,60$	$\pm 1,2$	$\pm 2,4$	$\pm 5,0$
»	2000	» 3150	$\pm 0,70$	$\pm 1,4$	$\pm 2,8$	$\pm 6,0$



Таблица 90

Предельные отклонения. 1 класс точности (размеры в мм)

Номинальные размеры		Отклонения присоединительного размера										ходовая $\delta X_1$			
		Отклонения основного размера $\delta A_1$		прессовая $\delta P_1$		тугая $\delta T_1$		напряженная $\delta H_1$		плотная $\delta П_1$				скользя- щая $\delta C_1$	
				верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее			верх- нее	ниж- нее
от 1 до 10	10	0	+0,13	+0,26	+0,13	+0,19	+0,06	+0,13	0	+0,07	-0,06	0	-0,13	-0,07	-0,20
св. 10 до 18	18	0	+0,15	+0,30	+0,15	+0,22	+0,07	+0,15	0	+0,08	-0,07	0	-0,15	-0,08	-0,23
» 18 » 30	30	0	+0,18	+0,36	+0,18	+0,27	+0,09	+0,18	0	+0,09	-0,09	0	-0,18	-0,09	-0,27
» 30 » 50	50	0	+0,20	+0,40	+0,20	+0,30	+0,10	+0,20	0	+0,10	-0,10	0	-0,20	-0,10	-0,30
» 50 » 80	80	0	+0,23	+0,46	+0,23	+0,34	+0,11	+0,23	0	+0,12	-0,11	0	-0,23	-0,11	-0,34
» 80 » 120	120	0	+0,25	+0,50	+0,25	+0,37	+0,12	+0,25	0	+0,13	-0,12	0	-0,25	-0,12	-0,37
» 120 » 260	260	0	+0,30	—	—	—	—	—	—	+0,15	-0,15	0	-0,30	-0,15	-0,45
» 260 » 500	500	0	+0,35	—	—	—	—	—	—	+0,18	-0,17	0	-0,35	-0,17	-0,52
» 500 » 800	800	0	+0,45	—	—	—	—	—	—	+0,23	-0,22	0	-0,45	-0,22	-0,67
» 800 » 1250	1250	0	+0,50	—	—	—	—	—	—	+0,25	-0,25	0	-0,50	-0,25	-0,75
» 1250 » 2050	2050	0	+0,60	—	—	—	—	—	—	+0,30	-0,30	0	-0,60	-0,30	-0,90
» 2000 » 3150	3150	0	+0,70	—	—	—	—	—	—	+0,35	-0,35	0	-0,70	-0,35	-1,05

Таблица 91

Предельные отклонения. 2 класс точности (размеры в мм)

Номинальные размеры		Отклонения присоединительного размера													
		Отклоне- ния основ- ного разме- ра $\delta A$		тугая $\delta T$		напряжен- ная $\delta H$		плотная $\delta П$		скользя- щая $\delta С$		ходовая $\delta X$		легкоходовая $\delta Л$	
ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее	ниж- нее	верх- нее		
от	1 до	0	+0,25	+0,35	+0,10	+0,25	0	+0,15	-0,10	0	-0,25	-0,15	-0,40	-0,25	-0,50
св.	10 »	0	+0,30	+0,40	+0,10	+0,30	0	+0,15	-0,15	0	-0,30	-0,15	-0,45	-0,30	-0,60
»	18 »	0	+0,35	+0,45	+0,10	+0,35	0	+0,20	-0,15	0	-0,35	-0,20	-0,55	-0,35	-0,70
»	30 »	0	+0,40	+0,55	+0,15	+0,40	0	+0,20	-0,20	0	-0,40	-0,20	-0,60	-0,40	-0,80
»	50 »	0	+0,45	+0,60	+0,15	+0,45	0	+0,25	-0,20	0	-0,45	-0,25	-0,70	-0,45	-0,90
»	80 »	0	+0,50	+0,65	+0,15	+0,50	0	+0,25	-0,25	0	-0,50	-0,25	-0,75	-0,50	-1,00
»	120 »	0	+0,60	—	—	—	—	+0,30	-0,30	0	-0,60	-0,30	-0,90	-0,60	-1,20
»	260 »	0	+0,70	—	—	—	—	+0,35	-0,35	0	-0,70	-0,35	-1,05	-0,70	-1,40
»	500 »	0	+0,85	—	—	—	—	+0,45	-0,40	0	-0,85	-0,45	-1,30	-0,85	-1,70
»	800 »	0	+1,00	—	—	—	—	+0,50	-0,50	0	-1,00	-0,50	-1,50	-1,00	-2,00
»	1250 »	0	+1,20	—	—	—	—	+0,60	-0,60	0	-1,20	-0,60	-1,80	-1,20	-2,40
»	2000 »	0	+1,40	—	—	—	—	+0,70	-0,70	0	-1,40	-0,70	-2,10	-1,40	-2,80

Таблица 92

Предельные отклонения. 3 класс точности (размеры в мм)

Номинальные размеры		Отклонения основного размера $\Delta A_s$				напряженная $\Delta H_s$				плотная $\Delta P_s$				скользящая $\Delta C_s$				хозовая $\Delta X_s$				легкоходовая $\Delta L_s$	
		нижнее		верхнее		нижнее		верхнее		нижнее		верхнее		нижнее		верхнее		нижнее		верхнее		нижнее	
от	1 до	10	0	+0,5	+1,5	0	+0,3	-0,2	0	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	-0,3	-0,8	-0,5	-1,0	-0,5	-1,0	-0,5	-1,0	
св.	10 »	18	0	+0,6	+0,6	0	+0,3	-0,3	0	-0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-0,6	-0,3	-0,9	-0,6	-1,2	-0,6	-1,2	-0,6	-1,2	
»	18 »	30	0	+0,7	+0,7	0	+0,4	-0,3	0	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-0,7	-0,4	-1,1	-0,7	-1,4	-0,7	-1,4	-0,7	-1,4	
»	30 »	50	0	+0,8	+0,8	0	+0,4	-0,4	0	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-0,8	-0,4	-1,2	-0,8	-1,6	-0,8	-1,6	-0,8	-1,6	
»	50 »	80	0	+0,9	+0,9	0	+0,5	-0,4	0	-0,9	-0,4	-0,9	-0,4	-0,9	-0,4	-1,4	-0,9	-1,8	-0,9	-1,8	-0,9	-1,8	
»	80 »	120	0	+1,0	+1,0	0	+0,5	-0,5	0	-1,0	-0,5	-1,0	-0,5	-1,0	-0,5	-1,5	-1,0	-2,0	-1,0	-2,0	-1,0	-2,0	
»	120 »	260	0	+1,2	—	—	+0,6	-0,6	0	-1,2	-0,6	-1,2	-0,6	-1,2	-0,6	-1,8	-1,2	-2,4	-1,2	-2,4	-1,2	-2,4	
»	260 »	500	0	+1,4	—	—	+0,7	-0,7	0	-1,4	-0,7	-1,4	-0,7	-1,4	-0,7	-2,1	-1,4	-2,8	-1,4	-2,8	-1,4	-2,8	
»	500 »	800	0	+1,7	—	—	+0,9	-0,8	0	-1,7	-0,8	-1,7	-0,8	-1,7	-0,8	-2,6	-1,7	-3,4	-1,7	-3,4	-1,7	-3,4	
»	800 »	1250	0	+2,0	—	—	+1,0	-1,0	0	-2,0	-1,0	-2,0	-1,0	-2,0	-1,0	-3,0	-2,0	-4,0	-2,0	-4,0	-2,0	-4,0	
»	1250 »	2000	0	+2,4	—	—	+1,2	-1,2	0	-2,4	-1,2	-2,4	-1,2	-2,4	-1,2	-3,6	-2,4	-4,8	-2,4	-4,8	-2,4	-4,8	
»	2000 »	3150	0	+2,8	—	—	+1,4	-1,4	0	-2,8	-1,4	-2,8	-1,4	-2,8	-1,4	-4,2	-2,8	-5,6	-2,8	-5,6	-2,8	-5,6	

Таблица 93

Величины натягов и зазоров. I класс точности (размеры мм)

Номинальные размеры		Посадка											
		прессовая		тугая		напряженная		плотная		скользящая		ходовая	
		натяг		натяг		натяг		натяг		зазор		зазор	
		наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
от	1 до 10	0,26	0	0,19	-0,07	0,13	-0,13	0,07	-0,19	0	0,26	0,07	0,33
св.	10 » 18	0,30	0	0,22	-0,08	0,15	-0,15	0,08	-0,22	0	0,30	0,08	0,38
»	18 » 30	0,36	0	0,27	-0,09	0,18	-0,18	0,09	-0,27	0	0,36	0,09	0,45
»	30 » 50	0,40	0	0,30	-0,10	0,20	-0,20	0,10	-0,30	0	0,40	0,10	0,50
»	50 » 80	0,46	0	0,34	-0,12	0,23	-0,23	0,12	-0,34	0	0,46	0,11	0,57
»	80 » 120	0,50	0	0,37	-0,13	0,25	-0,25	0,13	-0,37	0	0,50	0,12	0,62
»	120 » 260	—	—	—	—	—	—	0,15	-0,45	0	0,60	0,15	0,75
»	260 » 500	—	—	—	—	—	—	0,18	-0,52	0	0,70	0,17	0,87
»	500 » 800	—	—	—	—	—	—	0,23	-0,67	0	0,90	0,22	1,12
»	800 » 1250	—	—	—	—	—	—	0,25	-0,75	0	1,00	0,25	1,25
»	1250 » 2000	—	—	—	—	—	—	0,30	-0,90	0	1,20	0,30	1,50
»	2000 » 3150	—	—	—	—	—	—	0,35	-1,05	0	1,40	0,35	1,75

Таблица 94

Величины натягов и зазоров, 2 класс точности (размеры в мм)

Номинальные размеры		Посадка											
		тугая		напряженная		плотная		скользящая		ходовая		легкоходовая	
		натяг		натяг		натяг		зазор		зазор		зазор	
		наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.
от	1 до 10	0,35	-0,15	0,25	-0,25	0,15	-0,35	0	0,50	0,15	0,65	0,25	0,75
св.	10 до 18	0,40	-0,20	0,30	-0,30	0,15	-0,45	0	0,60	0,15	0,75	0,30	0,90
»	18 » 30	0,45	-0,25	0,35	-0,35	0,20	-0,50	0	0,70	0,20	0,90	0,35	1,05
»	30 » 50	0,55	-0,25	0,40	-0,40	0,20	-0,60	0	0,80	0,20	1,00	0,40	1,20
»	50 » 80	0,60	-0,30	0,45	-0,45	0,25	-0,65	0	0,90	0,25	1,15	0,45	1,35
»	80 » 120	0,65	-0,35	0,50	-0,50	0,25	-0,75	0	1,00	0,25	1,25	0,50	1,50
»	120 » 260	—	—	—	—	0,30	-0,90	0	1,20	0,30	1,50	0,60	1,80
»	260 » 500	—	—	—	—	0,35	-1,05	0	1,40	0,35	1,75	0,70	2,10
»	500 » 800	—	—	—	—	0,45	-1,25	0	1,70	0,45	2,15	0,85	2,55
»	800 » 1250	—	—	—	—	0,50	-1,50	0	2,00	0,50	2,50	1,00	3,00
»	1250 » 2000	—	—	—	—	0,60	-1,80	0	2,40	0,60	3,00	1,20	3,60
»	2000 » 3150	—	—	—	—	0,70	-2,10	0	2,80	0,70	3,50	1,40	4,20

Таблица 95

Величины натягов и зазоров. 3 класс точности (размеры в мм)

Посадка													
Номинальные размеры		напряженная		плотная		скользящая		ходовая		легкоходовая			
		натяг		натяг		зазор		зазор		зазор			
		наиб.	наим.	наиб.	наим.	наим.	наиб.	наим.	наиб.	наим.	наим.	зазор	
от	1 до 10	0,50	-0,50	0,30	-0,70	0	1,00	0,30	1,30	0,50	1,50	0,50	1,50
св.	10 до 18	0,60	-0,60	0,30	-0,90	0	1,20	0,30	1,50	0,60	1,80	0,60	1,80
»	18 » 30	0,70	-0,70	0,40	-1,00	0	1,40	0,40	1,80	0,70	2,10	0,70	2,10
»	30 » 50	0,80	-0,80	0,40	-1,20	0	1,60	0,40	2,00	0,80	2,40	0,80	2,40
»	50 » 80	0,90	-0,90	0,50	-1,30	0	1,80	0,50	2,30	0,90	2,70	0,90	2,70
»	80 » 120	1,00	-1,00	0,50	-1,50	0	2,00	0,50	2,50	1,00	3,00	1,00	3,00
»	120 » 260	—	—	0,60	-1,80	0	2,40	0,60	3,00	1,20	3,60	1,20	3,60
»	260 » 500	—	—	0,70	-2,10	0	2,80	0,70	3,50	1,40	4,20	1,40	4,20
»	500 » 800	—	—	0,90	-2,50	0	3,40	0,90	4,30	1,70	5,10	1,70	5,10
»	800 » 1250	—	—	1,00	-3,00	0	4,00	1,00	5,00	2,00	6,00	2,00	6,00
»	1250 » 2000	—	—	1,20	-3,60	0	4,80	1,20	6,00	2,40	7,20	2,40	7,20
»	2000 » 3150	—	—	1,40	-4,20	0	5,60	1,40	7,00	2,80	8,40	2,80	8,40

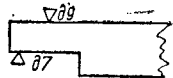
### 5. ЧИСТОТА ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ.

Чистота поверхности древесины регламентирована ГОСТ 7016—54. Чистота поверхности древесины характеризуется размерными показателями неровностей (шероховатости и волнистости), а также наличием или отсутствием ворсистости и мшистости на обработанных поверхностях древесины, независимо от способа ее обработки.

Чистота поверхности древесины должна определяться среднеарифметической величиной из максимальных высот неровностей  $H_{\max}$  (фиг. 118), замеренных от вершины гребня до дна впадины, на разных участках, имеющих наибольшие неровности, и глазомерным оп-



Фиг. 118. Профиль поверхности древесины.



Фиг. 119. Обозначение чистоты поверхности древесины на чертежах.

ределением наличия или отсутствия не вполне отделенных от поверхности древесины отдельных волокон (ворсистости) и пучков волокон или частиц древесины (мшистости). Впадины, образованные полостями перерезанных клеток, а также отдельные неровности, явно выпадающие из ряда значений  $H_{\max}$  и вызванные местными пороками древесины, при определении чистоты поверхности не учитываются.

Количество замеров  $H_{\max}$  для определения чистоты поверхности устанавливается техническими условиями на изделия и должно быть не менее трех. В зависимости от величины неровностей устанавливаются 10 классов чистоты поверхности (табл. 96).

Ворсистость на поверхности древесины всех классов чистоты, а мшистость на поверхности 1—6 классов чистоты допускаются. Мшистость на поверхности древесины 7—10 классов чистоты не допускается. В тех случаях, когда по условиям обработки или отделки ворсистость на поверхности древесины 7—10 классов чистоты, а мшистость на поверхности 1—6 классов чистоты не допускаются, это требование должно быть оговорено в технических условиях или чертежах на детали и изделия.

Таблица 96

Классы чистоты поверхности древесины

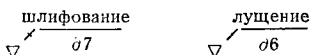
Классы чистоты	$H_{\max}$ в микронах (мк)	Обозначения классов чистоты
1	Св. 1250 до 1600	▽δ 1
2	» 800 » 1250	▽δ 2
3	» 500 » 800	▽δ 3
4	» 315 » 500	▽δ 4
5	» 200 » 315	▽δ 5
6	» 100 » 200	▽δ 6
7	» 60 » 100	▽δ 7
8	» 30 » 60	▽δ 8
9	» 16 » 30	▽δ 9
10	» 16	▽δ 10

Чистота поверхности древесины должна обозначаться на чертежах номером класса, перед которым ставится буква  $\delta$  (древесина)

и равносторонний треугольник  $\nabla$ , обращенный своей вершиной к обрабатываемой поверхности (фиг. 119).

Обозначение степени чистоты поверхности по классам ограничивает только верхний предел высоты неровностей  $H_{max}$ . Например,  $\nabla \partial 5$  обозначает поверхность с максимальной высотой неровности  $H_{max}$  не более 315 микрон. В тех случаях, когда чистота поверхности должна быть в пределах одного или нескольких классов, в обозначении должны указываться номера классов, ограничивающих допустимую чистоту обработки, например  $\nabla \partial 5-5$  указывает, что чистота обработки должна быть в пределах 5 класса ( $H_{max}$  должна быть не менее 200 и не более 315 микрон). Обозначение  $\nabla \partial 6-\nabla \partial 7$  указывает, что  $H_{max}$  должно быть не менее 60 и не более 200 микрон.

В случае необходимости допускается к обозначению чистоты поверхности добавлять указание о способе обработки поверхности. Например,



Поверхности древесины, к которым не предъявляется требований в отношении чистоты обработки, обозначаются знаком  $\surd$ .

Измерение значений  $H_{max}$  при помощи измерительных приборов должно производиться в направлении, которое дает наибольшую величину неровностей, характерных для данного вида обработки. Длина участка, на котором производится измерение  $H_{max}$ , должна быть не менее чем в 1,5 раза больше шага неровностей. Шагом неровностей  $L$  (см. фиг. 118) называется расстояние между двумя смежными выступами или впадинами на поверхности древесины. В случае применения для контроля чистоты поверхности метода сравнения с образцами-эталоны должны применяться образцы-эталон, изготовленные из того же материала и того же вида обработки (пиление, строгание, лущение и т. д.), что и контролируемая поверхность.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Егоренков И. П. Модельное производство. Машгиз, 1956.
2. Гиммельман Н. Р. Модельное дело, изд. 3, Машгиз, 1961.
3. Исаев Н. В. Станочник по дереву. Трудрезервиздат, изд. 2, 1954.
4. Гиммельман Н. Р., Голендухин А. В. и Кочуров А. С. Технологические процессы изготовления деревянных моделей, часть II, Машгиз, 1955.
5. Осадчиев В. Г. и Иванков П. Т. Справочник молодого деревообрабочника, Трудрезервиздат, 1957.
6. Поскачеев Н. И. Новое в модельном деле. Профиздат, 1953.



# КЛАССИФИКАЦИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МОДЕЛЕЙ

Под термином «модели литейные» следует понимать модельные комплекты, необходимые для получения литейных форм. Модельный комплект может состоять из модели, одного или нескольких стержневых ящиков, шаблонов, отдельных частей модели и стержневых ящиков. В модельные комплекты входят также модели прибылей, литниковой системы, выпоров, подмодельные плиты, жакеты, сушильные плиты.

## 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ НА ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЕ

В основу классификации моделей положены следующие признаки:

- а) тип производства (табл. 97);

Таблица 97

Классификация моделей по типу производства

Тип производства	Требования, предъявляемые к моделям
Массовое и крупносерийное производство	Высокая прочность и точность всего модельного комплекта. Максимальный срок службы. Модели и ящики делаются металлические. Модели изготавливаются для машинной формовки и крепятся на металлические подмодельные плиты или на вкладыши, вставляемые в специальные металлические рамы. Стержневые ящики делаются для машинной набивки стержней.
Серийное и мелкосерийное производство	Модельный комплект делается точным и прочным из качественной древесины твердых пород, пластмасс, металлическим (из алюминиевых сплавов). Модели изготавливаются для машинной формовки и монтируются на подмодельные плиты или сменные вкладыши. Допускается монтаж на координатных плитах. Стержневые ящики — для машинной или ручной набивки стержней.
Единичное производство	Прочность и точность определяется количеством отливок. Модельные комплекты изготавливаются из мягких пород дерева. Модели делаются для ручной или машинной формовки с креплением на координатных плитах, стержневые ящики для ручной или машинной набивки стержней.

- б) прочность изготовления моделей (табл. 98);  
 в) материал модели (табл. 99);  
 г) материал отливки;  
 д) способ изготовления литейной формы: по обычным моделям, по шаблонам, по скелетным моделям;  
 е) размеры моделей мелкие — длиной до 500 мм; средние — 500—1500 мм; крупные — свыше 1500 мм;  
 ж) конструкции моделей: массивные и полые, разъемные и неразъемные, полные и неполные; полные модели по конфигурации точно воспроизводят конфигурацию литой детали, а по размерам отличаются от нее на величину усадки и припуска на механическую обработку; к неполным моделям относятся все модели, имеющие стержневые ящики, модельные комплекты для шаблонной формовки и каркасные модельные комплекты;

Таблица 98

**Классификация деревянных моделей по прочности в нормалях машиностроения МН 732-60**

Класс прочности	Область применения
I	Серийное и мелкосерийное производство отливок при длительном использовании модели. Индивидуальное производство особо ответственных отливок
II	Серийное и мелкосерийное производство отливок при периодическом использовании модели. Индивидуальное производство крупногабаритных отливок.
III	Индивидуальное производство отливок, не вошедшее в классы I и II.

Таблица 99

**Классификация моделей по материалу моделей**

Материал модели	Срок службы (число формовок)		Тип производства
	ручная формовка	машинная формовка	
Чугун	—	75000—100000	Массовое и крупносерийное производство
Бронза и латунь	—	до 100000—150000	Массовое производство
Алюминиевые сплавы	до 3000	25000—50000	Массовое и серийное производство
Белые сплавы	до 300	до 2000	Мелкосерийное производство
Кальцинированный гипс	100—250	1000	То же
Цемент	350	1000	»
Дерево	до 100	до 1000	Единичное и мелкосерийное производство

з) сложность изготовления моделей: простые модели — мелкие модели простого контура, неразъемные или с плоским разъемом, без отъемных частей, с простыми стержневыми ящиками прямолинейного контура; модели средней сложности — модели несложной конфигурации с небольшим количеством стержневых ящиков; сложные модели — модели сложной конфигурации с криволинейными и лекальными поверхностями и крупные модели с большим количеством стержневых ящиков;

и) точность изготовления моделей (табл. 100).

Деревянные модельные комплекты в зависимости от предъявленных к ним требований подразделяются на три класса прочности. Класс прочности модельного комплекта назначается при проектировании литейной технологии (табл. 101).

Таблица 100

Предельные отклонения ( $\pm$ ) на свободные размеры моделей (мм)

Измеряемый размер на модели	Классы точности		
	1	2	3
до 10	0,05	0,1	0,15
11— 30	0,07	0,15	0,25
31— 50	0,08	0,18	0,30
51— 100	0,10	0,20	0,35
101— 200	0,12	0,25	0,5
201— 300	0,15	0,35	0,7
301— 500	0,2	0,45	0,9
501— 800	0,25	0,5	1,0
801— 1200	0,3	0,6	1,2
1201— 2000	0,4	0,8	1,5
2001— 3000	0,5	1,0	2,0
3001— 4000	0,5	1,1	2,2
4001— 5000	0,6	1,3	2,5
5001— 6500	0,7	1,4	2,8
6501— 8000	0,8	1,6	3,2
8001— 10000	0,9	1,8	3,5
10001— 12500	1,0	2,0	4,0
12501— 16000	—	2,2	4,5
16001— 20000	—	2,5	5,0
Св. 20000	—	3,0	6,0

Таблица 101

Технические требования на изготовление деревянных модельных комплектов (по нормам машиностроения МН 732—60)

Наименование операций	Класс прочности		
	I	II	III
Выбор древесины	Лиственные породы (ольха, ясень, бук, липа) по ГОСТ 2695—62 и хвойные породы (сосна) по ГОСТ 8486—57 не ниже 2-го сорта	Те же породы древесины, что и для I класса прочности. Допускается применение древесины 3-го сорта для ответственных частей моделей	Те же породы древесины, что и для I-го класса прочности, не ниже 3-го сорта. Допускается применение его по ГОСТ 8486—57 не ниже 2-го сорта
	Содержание влаги от 8 до 10°		
	Фанера клеевая березовая (ГОСТ 3916—55) сортов АВ и В		
Склеивание	С точной пригонкой склеиваемых поверхностей (кромки пиломатериалов предварительно строгать, пласти строгать и при необходимости цинубить)		Производить по необходимости
	Ширина пласти склеиваемых частей не более 120 мм	Ширина пласти склеиваемых частей не более 150 мм	—
	Применять клей: казеиновый марок ОБ и АВ (ГОСТ 3056—45), мездровый (ГОСТ 3252—46) и костный I-го сорта (ГОСТ 2067—47)		
Вязка заготовок: коробчатых раминых кольцевых и дисковых	В шип на клею с дополнительным креплением. В стык нагелями на клею		В стык нагелями на клею, шурупами, гвоздями, Шиповая вязка по необходимости
	В переклейку не менее трех слоев с дополнительным креплением углов нагелями, шурупами и гвоздями		Из брусьев в шип или в накладку на клею с дополнительным креплением гвоздями
	Склежкой послойно из косяков, сегментов и секторов с дополнительным креплением нагелями и гвоздями		То же, что и для I-го класса прочности, с дополнительным креплением гвоздями

Таблица 101 (продолжение)

Наименование операций	Класс прочности		
	I	II	III
Конструирование каркасов: прямоугольных	На основе продольных и поперечных рам с перевязкой концов на клею		На основе б усьев с врезкой концов и дополнительным креплением гвоздями и скобами. Допускаются каркасы на основе легких рам
	Дополнительное крепление нагельми на клею, шурупам и гвоздями. Расстояние между внутренними рамками (перегородками) не должно превышать 0,75 м	Допускаются рамы из брусьев с врезкой концов и дополнительным креплением. Допускается замена поперечных рам массивными стойками. Расстояние между стойками не должно превышать 0,6 м	
	Допускается изготовление каркасов на основе брусьев, укладываемых в продольном и поперечном направлении, в соответствии с объемом и конфигурацией модели		
круглых	На основе колец и дисков с их укреплением общими планками, рамами и т. п.		
	Расстояние между кольцами (дисками) должно быть не более 0,6 м	Расстояние между кольцами (дисками) должно быть не более 0,75 м	
Конструирование стержневых ящиков	Неразъемные (вытряхные). В отдельных случаях допускаются разъемные	Неразъемных (встряжные и разъемные)	
Скрепление разъемных стержневых ящиков	Болтовыми или клиновыми стяжками и скобами из металла		Болтовыми или клиновыми стяжками и скобами из металла, а также деревянными скобами и клиньями
Скрепление частей моделей и стержневых ящиков	Нагельми на клею, болтами, шурупами и гвоздями		Гвоздями

Таблица 101 (продолжение)

Наименование операций	Класс прочности		
	I	II	III
Крепление ребер, бобышек, платинок и других наружных частей моделей	Врезкой независимо от способа крепления, указанного в поз. 7, с посадкой на клею	Врезка не обязательна. Допускается крепление шурупами и нагелями с посадкой на клею	Нагелями, шурупами и гвоздями с посадкой на клею
Установка отъемных частей	На вертикальных поверхностях — на косой шип («ласточкин хвост») из твердых пород древесины, металла, пластмассы. Допускается установка на штырях из твердых пород древесины	На вертикальных поверхностях на косой шип из твердой породы древесины. Допускается установка на штырях из твердой породы древесины	На вертикальных поверхностях на деревянных штырях и металлических шпильках. На горизонтальных поверхностях — на деревянных шипах
	На горизонтальных поверхностях — на шипах из металла или пластмассы		
Выполнение галтелей	Врезкой деревянных планок, а также за счет основного тела модели или стержневого ящика. В отдельных случаях допускается вклейка деревянных планок. Галтели радиусом до 5 мм допускается выполнять подмазкой	Врезкой или вклейкой деревянных планок. Галтели радиусом до 10 мм допускается выполнять подмазкой	Вклейкой деревянных планок. Галтели радиусом до 15 мм разрешается выполнять подмазкой
Облицовка рабочей поверхности	Вертикальной — по возможности располагать волокна древесины по направлению извлечения модели из формы.		
	Ширина клепок для облицовки прямолинейных заготовок до 120 мм, круглых — до 80 мм. Особо разрушающиеся и отъемные части выполнять из твердых пород древесины, металла, пластмассы или древеснослойного пластика ДСП-Б, ДСП-В (ГОСТ 8697—58)	Ширина клепок для облицовки прямолинейных заготовок — до 150 мм, круглых до 100 мм. Особо разрушающиеся части допускается выполнять из твердых пород древесины	Ширина клепок не лимитируется

Таблица 101 (окончание)

Наименование операций	Класс прочности		
	I	II	III
Выполнение плоскости разъема разъемных моделей, не смонтированных на щитах	Зашивкой досками и отъемными щитами. В крупных и средних моделях по необходимости предусматривать люки	Зашивать не обязательно	
Выполнение приспособлений для извлечения модели из литейной формы и их транспортировки	Врезкой заподлицо с поверхностью модели. На знаковых частях модели приспособление допускается не врезать. Петли болтовых подъемов располагать ниже поверхности разъема. Количество, расположение, конструкция и крепление устанавливаются при разработке технологии		
Отделка и окраска	Грунтовкой всей поверхности модели. Допускается шпаклевка всей поверхности. Зачистка шкуркой		
	Окраска поверхностей модели производится не менее двух раз		Окраска поверхностей модели производится один раз
	Поверхности модельного комплекта после окончательной окраски должны быть гладкими, чистыми, без подтеков, шероховатостей и других дефектов. Окраску и маркировку модельных комплектов производить в соответствии с нормалью машиностроения МН 733—60		
	Употреблять в качестве лакокрасочных покрытий — нитроглифталевые эмали марки НКО (ГОСТ 6631—53), эмали марки НЦ-25 (ГОСТ 5406—60). В качестве шпаклевки — нитрошпаклевки АШ-30 (ТУ МХП 953—42). В качестве грунтовок — натуральную олифу (ГОСТ 7931—56), олифу-оксоль (ОСТ НКТП 7474/581) и разбавленные лакокрасочные покрытия.		

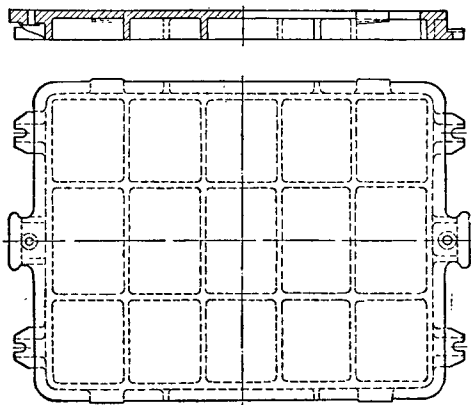
## 2. МОДЕЛИ ДЛЯ МАШИННОЙ ФОРМОВКИ

Модели для машинной формовки делаются более жесткими и прочными, чем модели для ручной формовки. Контур их выполняется с минимальным количеством выступающих частей, т. е. должен быть легко обтекаемым, чтобы уплотнение формовочной смеси было равномерным. Контур модели сложных деталей упрощается путем применения необходимого минимума наружных стержней.

При машинной формовке обычно делается один разъем формы и модели. Приливы на боковой поверхности модели допускается делать отъемными на шпонках, если их толщина не превышает 30 мм, при этом их нижнюю поверхность следует делать с пологим переходом к модели.

### Стационарные и координатные плиты

Модели массового и серийного производства собираются на металлических *стационарных плитах* (фиг. 120). Деревянные модели крепятся к плите шурупами и болтами, тонкостенные — винтами через тело модели.



Фиг. 120. Подмодельная металлическая плита стационарная.

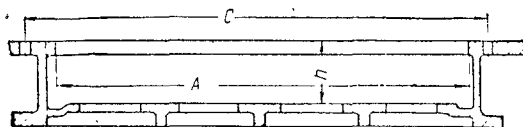
Головки винтов и болтов должны быть утоплены заподлицо с моделью или глубже и заделаны пробками. Вертикальные впадины модели, спускающиеся ниже разъема формы, выполняются в деревянном вкладыше, который вставляется в литую рамку соответствующего размера и закрепляется болтами.

Вместо стационарных подмодельных плит, требующихся в большом количестве, рекомендуется применять литые *стационарные рамки* с гнездами для вкладыша (фиг. 121). В этом случае модель прочно крепится на вкладыш 5, который вставляется в гнездо стационарной рамки 1 на контрольные штыри 2 и закрепляется болтами 8. Вкладыши могут быть металлическими 10 и деревянными 5. На каждый размер опок достаточно иметь несколько пар стационарных металлических рамок с различной глубиной впадины и различные вкладыши (табл. 102 и 103).



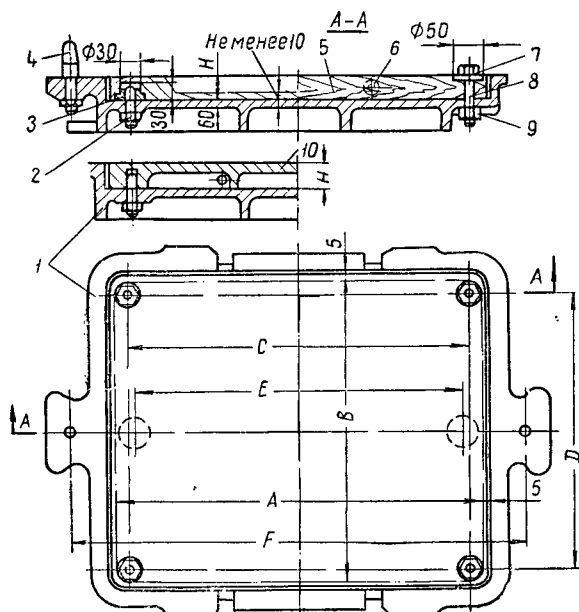
Таблица 102

Размеры (мм) рамок для постоянных вкл. и выкл.



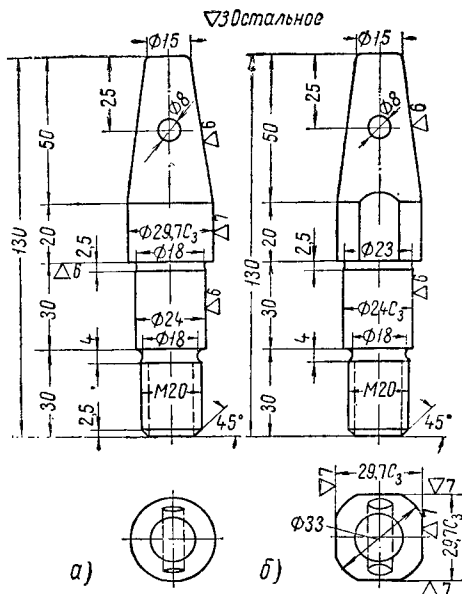
Размеры опки в свету	<i>h</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
700×700	100	680	680	810
700×700	150	680	680	810
700×700	200	680	680	810
1000×750	100	980	730	1150
1000×750	150	980	730	1150
1000×750	200	980	730	1150
1000×750	250	980	730	1150
1000×1000	150	980	980	1150
1000×1000	200	980	980	1150
1000×1000	250	980	980	1150
1520×1000	250	1500	980	1640
1520×1000	350	1500	980	1640
1350×1150	555	1300	1100	1540
1350×1150	100	1330	1130	1540
1350×1150	150	1330	1130	1540
1700×1400	220	1600	1300	1890
1700×1400	340	1560	1220	1890
1700×1400	510	1600	1300	1890
1700×1400	570	1560	1220	1890
1500×1500	350	1480	1480	1720
1500×1500	500	1480	1260	1720
2000×1000	350	1980	980	2230
2000×1400	450	1950	1350	2160
2000×1400	600	1950	1350	2160
2450×1250	100	2430	1230	1480
2350×1800	150	2330	1780	2530
1800×1800	200	1700	1700	2090

Примечание. Размер *B* означает расстояние между стенками рамки в направлении, перпендикулярном направлению *A*.

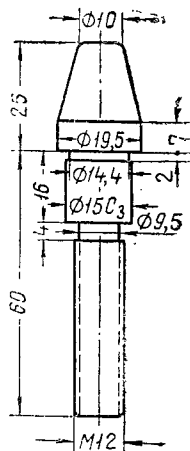


На фиг. 122—128 представлены чертежи крепежных деталей.

Модели для изготовления небольшого количества отливок крепить на стационарные подмодельные плиты или вкладыши нецелесообразно. Такие модели следует собирать на координатных подмодельных плитах (фиг. 127), которых достаточно иметь по одной паре



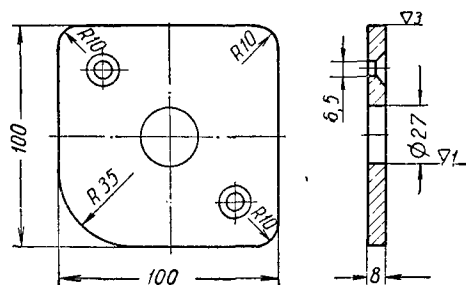
Фиг. 122. Штырь круглый (а) и квадратный (б) для установки опок на подмодельные плиты и рамки (фиг. 121, позиция 4).



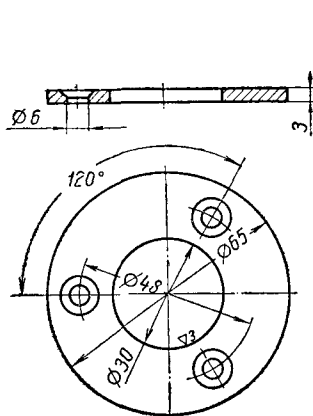
Фиг. 123. Штырь для центрирования положения вкладыша в рамке (фиг. 121, позиция 2).

на каждый размер опок. Координатная подмодельная плита отличается от стационарной плиты тем, что на ней нанесены риски в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Расстояние между рисками 100 мм, а на координатных плитах для 17-тонной формовочной машины и 40-тонного встряхивающего стола расстояние между рисками 200 мм. В пересечениях рисок выполнены отверстия для координатных штырей. Размер между центрами отверстий должен быть выдержан в пределах  $\pm 0,05$  мм.

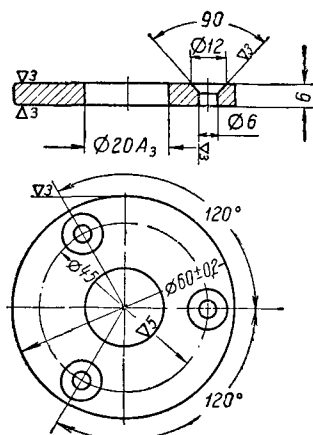
Монтаж моделей на координатные плиты производится в следующем порядке. На плоскости разъема модели и отдельные ее части наносится сетка координатной плиты и отмечаются точки крепления — центры координатных штырей. Затем врезаются заподлицо с плоскостью модели координатные пластины (фиг. 129) и закрепляются шурупами. Центры отверстий координатных пластин должны совпадать с центрами выбранных крепежных точек.



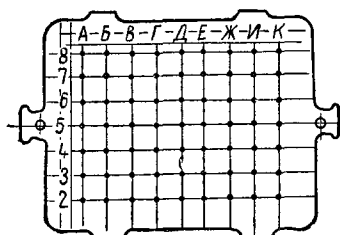
Фиг. 124. Шайба под крепежный болт (фиг. 121, позиция 7).



Фиг. 125. Подъемная шайба для вставки вкладыша в рамку и извлечения его из рамки (фиг. 121, позиция 6).



Фиг. 126. Шайба для центрирования положения вкладыша в рамке (фиг. 121, позиция 3).



Фиг. 127. Подмодельная плита с координатной сеткой.



## Координатные штыри

	<p>Координатный штырь для монтажа моделей на координатных плитах</p>
	<p>Контрольный координатный штырь для контрольного спаривания разъемных моделей, монтируемых на координатных плитах</p>
	<p>Координатный штырь для монтажа мелких частей моделей и литниковой системы на координатных плитах к 17-тонной формовочной машине и 40-тонному формовочному столу</p>
	<p>Координатный штырь для монтажа моделей на 17-тонной формовочной машине и 40-тонном формовочном столе</p>

Координатные пластины не должны выступать над плоскостью модели, но и углублять их более одного миллиметра не рекомендуется.

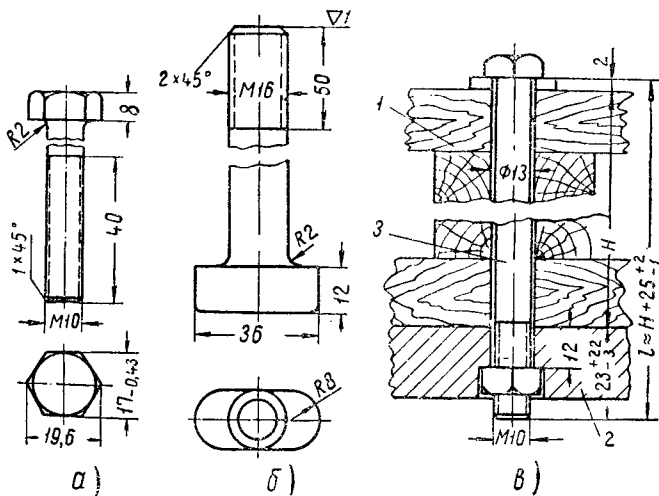
Перекося пластин относительно плоскости модели не допускается, так как это вызовет перекося координатных штырей и затруднит установку модели на координатную подмодельную плиту. Крепежные точки следует выбирать с максимальным шагом, допускаемым размером модели.

Для мелких моделей и частей модели, когда размеры модели меньше расстояния между координатными отверстиями, следует врезать двухместные координатные пластины (фиг. 129, *г* и *д*).

Координаты крепежных точек выносятся на край модели или ее части, и соответствующие цифры и буквы надписываются на боковой поверхности модели. Те же цифры и буквы надписываются и на плоскости разреза модели рядом с центрами координатных отверстий. Точность монтажа разъемных моделей проверяется спариванием их половинок по контрольным координатным штырям (табл. 104).

Модели, формируемые партиями, после установки на координатную подмодельную плиту закрепляются болтами (фиг. 130).

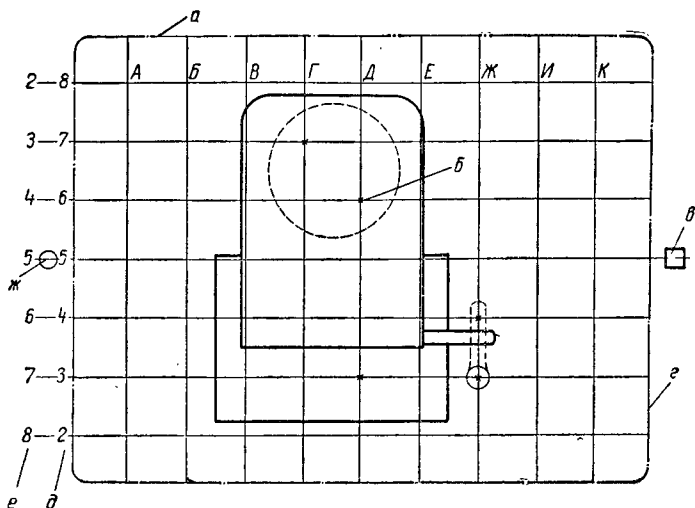
Для болтов в модели сверлятся сквозные отверстия, совпадающие с отверстиями координатной подмодельной плиты.



Фиг. 130. Болты для крепления моделей на координатные плиты обычных формовочных машин (*а*) и 17-тонной формовочной машины (*б*) и схема крепления (*в*):

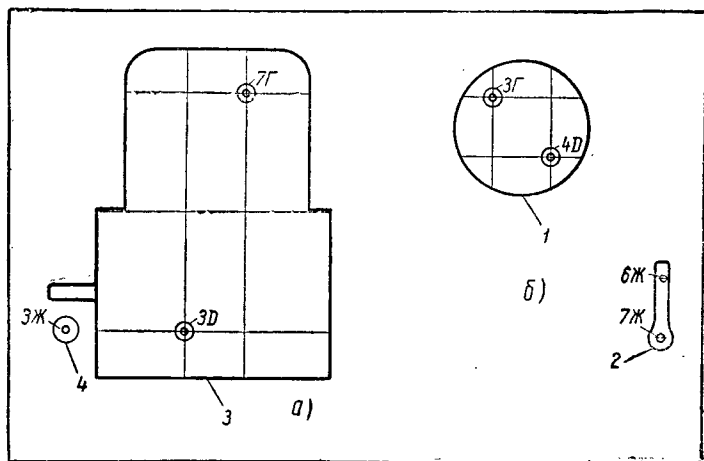
1 — модель; 2 — координатная плита; 3 — болт.

Примерная схема координатного монтажа модели приведена на фиг. 131; верх модели показан пунктирной, а низ ее — сплошной линией.



Фиг. 131. Схема расположения модели в опоке:

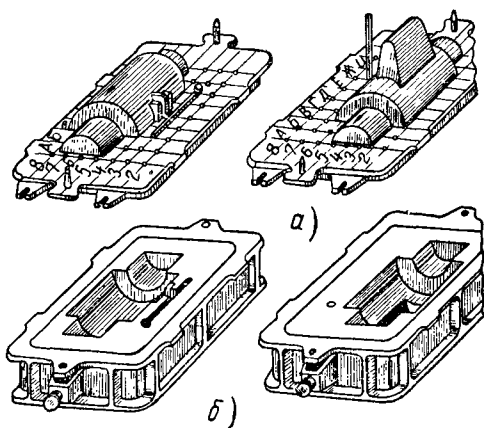
*а* — контур опоки; *б* — центры координатных штырей; *в* — штырь квадратный; *г* — риски координатной плиты; *д* — цифровой ряд для расположения низа модели; *е* — цифровой ряд для расположения верха модели; *ж* — контрольный штырь.



Фиг. 132. Вид с разреза на части модели низа (*а*) и на модель верха (*б*): *1* — прибыль; *2* — литниковый ход; *3* — модель низа; *4* — углубление перед литником (зупф). Цифрами с буквой обозначены центры координатных штырей.



Общий вид верха и низа модели дается на фиг. 132, а схема изготовления литейной формы — на фиг. 133. Различные конструкции быстросменных под модельных плит и вкладышей, применяемых на заводах, приводятся на фиг. 134—138.



Фиг. 133. Схема изготовления литейной формы на координатной плите:

*а* — положение половин модели на координатных плитах; *б* — половины формы, полученные по этой модели.

### Модельные плиты для безопочной формовки

Мелкие модели для машинной формовки прочно крепятся на под модельные плиты малых размеров (фиг. 139—142). Для деревянных моделей эти плиты изготавливаются переклежными в 3—4 слоя из узких брусков. Толщина плит делается от 25 до 40 мм. Отверстия для штырей армируются металлическими шайбами, а углы плиты — металлическими уголками толщиной 2—3 мм.

Под модельные плиты для безопочной формовки изготавливаются с замком (фиг. 141) и без замка (фиг. 142).

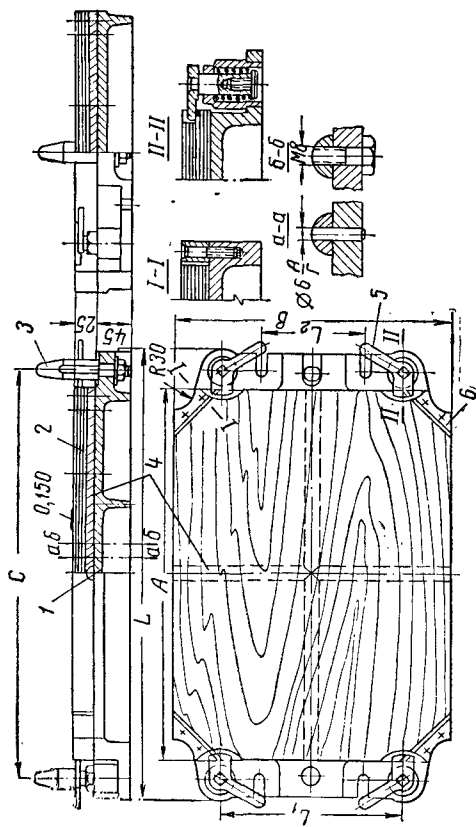
Размеры деревянных под модельных плит для безопочной формовки указаны в табл. 105 и 106.

Отверстия для штырей выполняются специальной литой втулкой 1, которая крепится к плите болтами 2 (фиг. 141). У деревянных под модельных плит место установки специальной металлической втулки армируется с обеих сторон стальными прокладками 3 толщиной 1 мм. Установку шайб и специальных втулок рекомендуется проверять кондуктором.

В некоторых случаях допускается под модельные плиты (типа изображенных на фиг. 139—140) делать толщиной до 60 мм, но при формовке по такой утолщенной плите нужно пользоваться удлиненными штырями.

Фиг. 134. Быстросменная подмодельная плита конструкции завода «Станколит»:

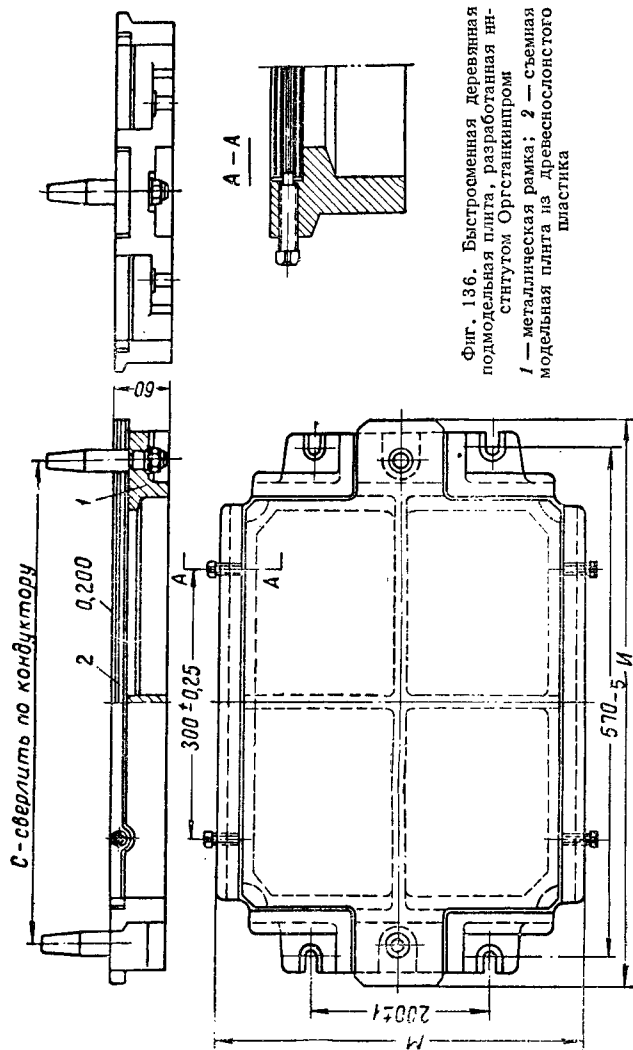
1 — постоянная металлическая плита  $\alpha$ -привернутыми к ней двумя центрирующими штырями 3; 2 — съемная деформируемая модельная плита, на которой монтируются модели; 4 — «монтажный крест», фиксирующий положение деформируемой модельной плиты на металлической; 5 — рычаги прижимного устройства; 6 — опорные металлические уголки, предохраняющие плиту от воздействия опок (см. табл., дубл., стр. 201).



(к фиг. 134)

Размер опок в свету в мм	Марки при- меняемых формовочных машин	Размеры в мм					
		A	B	L	C	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>
400×300	222, 261	440	325	555	480	225	140
450×350	222, 261	490	375	615	540	250	140
500×400	№ 14 и 271	540	425	665	590	300	140

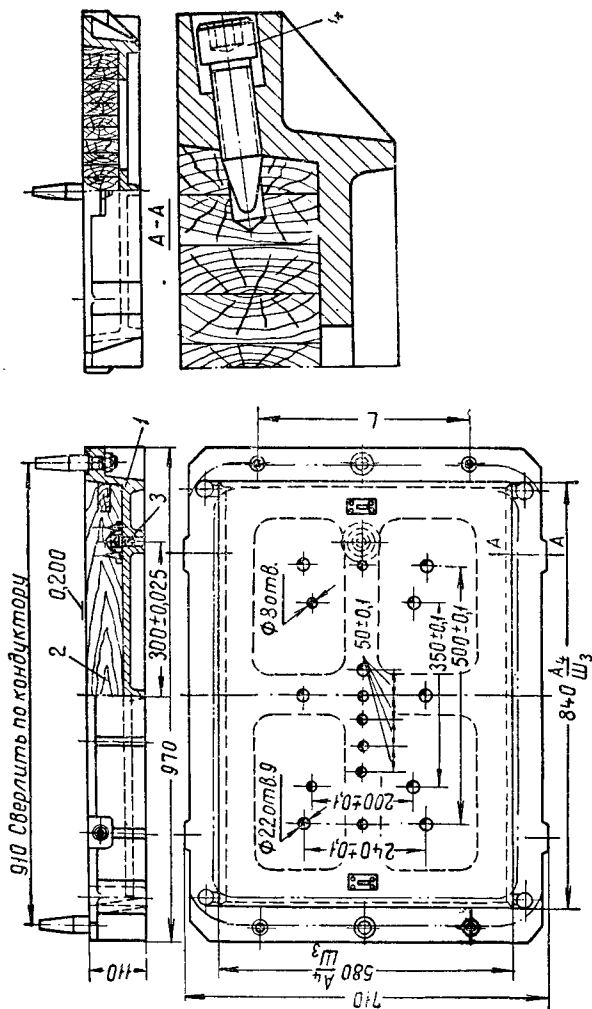




Фиг. 136. Быстроменная деревянная подмодельная плита, разработанная институтом Оргстанкинпрома  
1 — металлическая рамка; 2 — съемная модельная плита из древеснослоистого пластика

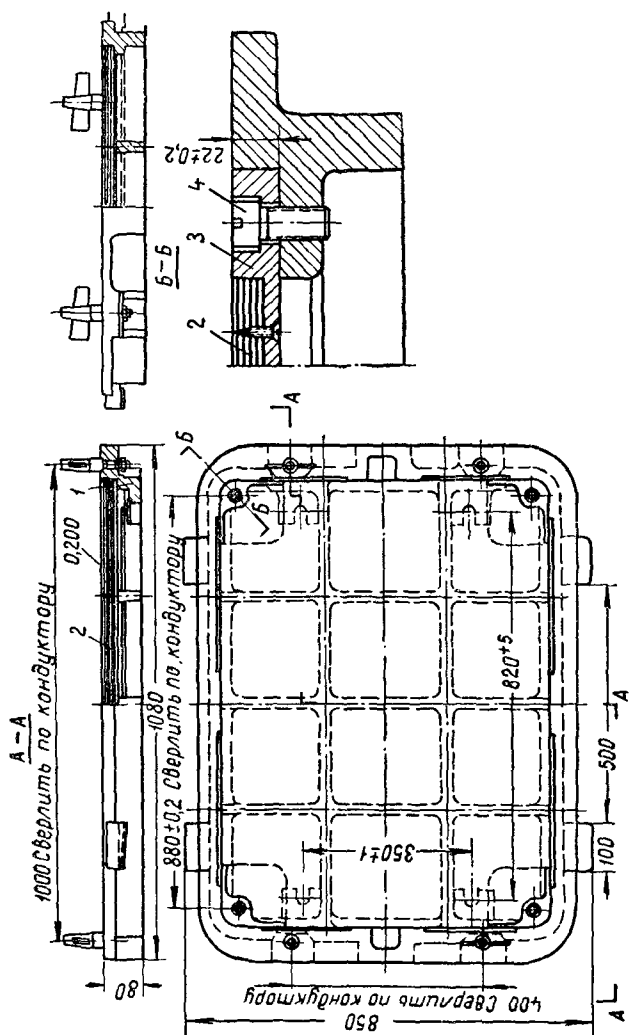
(к фиг. 136)

Размер опок в свету в мм	Марки приме- няемых фор- мовочных машин	Размеры в мм			Вес плиты в кг
		N	M	C	
450×350	271	630	410	540	24,2
500×400	271	680	460	590	26,0



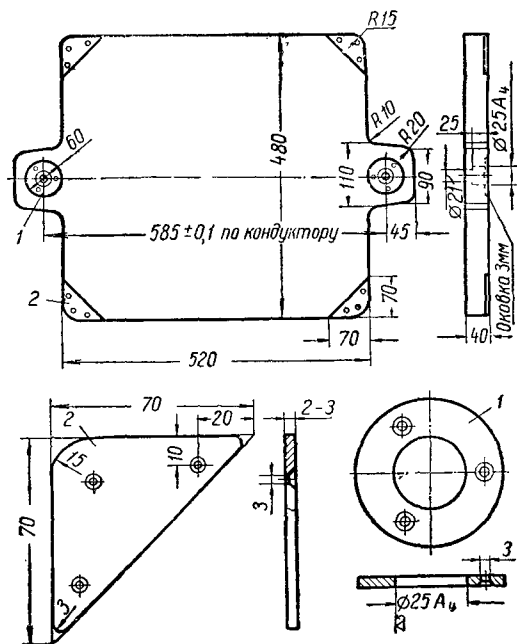
Фиг. 137. Быстросъемная подмодельная плита конструкции Харьковского станкозавода для опок 800×600 мм (в свету):

1 — металлическая рамка; 2 — съемная подмодельная плита (вкладыш); 3 — фиксирующий контрольный штырь; 4 — крепежный ступорный винт. Модель и литниковая система монтируются на штыри в координатные отверстия подмодельной плиты. Для формовочных машин марки 242 размер  $L=200$  мм. Для формовочных машин марки 254 и Осборн-333  $L=420$  мм.

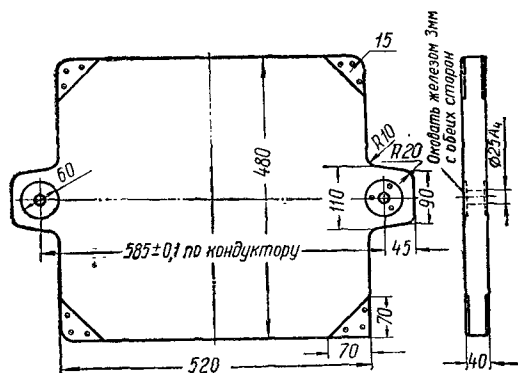


Фиг. 138. Быстросменная подмодельная плита конструкции Московского завода шлифовальных станков для опок  $900 \times 700$  мм (в свету):

1 — металлическая рамка; 2 — подмодельная плита из авиационной фанеры; 3 — четыре металлических угольника, врезанные в подмодельную плиту и закрепленные шурупами; они же являются и фиксаторами; 4 — крепежные винты. Применяется на формовочных машинах марки 232, Герман 1500 и Герман 3000.



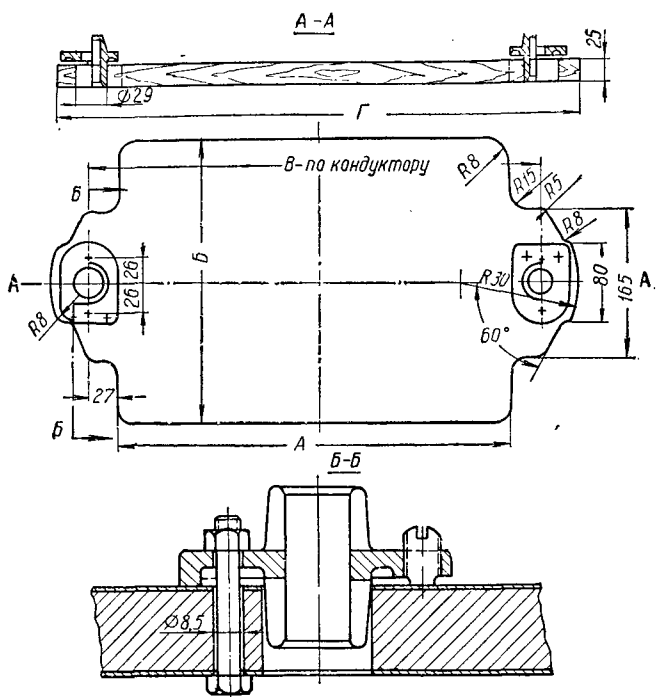
Фиг. 139. Односторонняя деревянная подмодельная плита под опоку 450×490 мм.  
1 — шайба; 2 — уголок.



Фиг. 140. Двусторонняя деревянная подмодельная плита под опоку 450×490 мм.







Фиг. 142. Подмодельная плита без замка для безопочной формовки (размеры см. в табл. 106).

Таблица 106

Размеры (мм) деревянных подмодельных плит для безопочной формовки, применяемых на УЗТМ (см. фиг. 142)

Тип	Размер опок	А	Б	В	Г
1	406×305	470	370	526	610
2	305×305	370	370	425	510
3	457×254	520	320	577	660
4	406×254	470	320	526	610
5	355×305	420	370	475	560
6	432×330	500	400	552	640

## Ящики для машинной формовки стержней

Ящики для машинной формовки стержней изготавливаются набором вкладышей в конусных коробках. Верхнюю плоскость ящика рекомендуется делать параллельной основанию, так как при негоризонтальном положении верха ящика под сушильную плиту приходится подкладывать клинья, а это затрудняет работу и снижает производительность труда.

Коробка ящика может быть связана косым или круглым шипом. Для увеличения прочности угловой вязки две противоположные стенки коробки делаются длиннее на 30—50 мм. В образовавшиеся внешние углы вклеиваются бруски, которые крепятся к стенкам шурупами. Снизу к коробке крепится шурупами рамка, выпущенная с двух противоположных сторон ящика на 70 мм. К коробке и концам рамки крепятся шурупами металлические угольники с вырезами для болтов. Центры вырезов в угольниках и рамке делаются по размеру шага пазов стола формовочной машины. Крепление ящика к столу формовочной машины производится болтами.

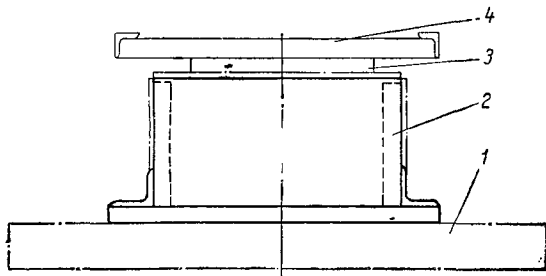
Вкладыши ящика изготавливаются переклеенными, минимальной толщины, исходя из условий прочности. Предельные размеры стержневых ящиков указаны в табл. 107.

На фиг. 143—146 показаны расположения стержневых ящиков на столе формовочной машины.

Таблица 107

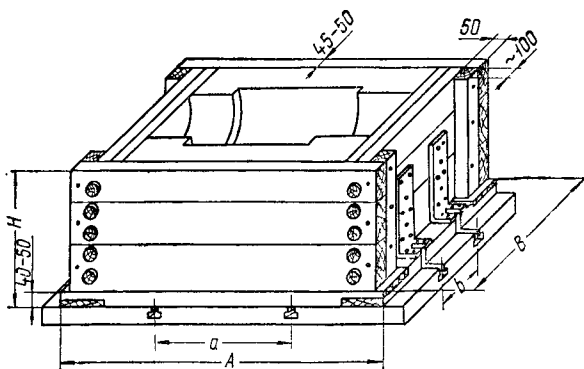
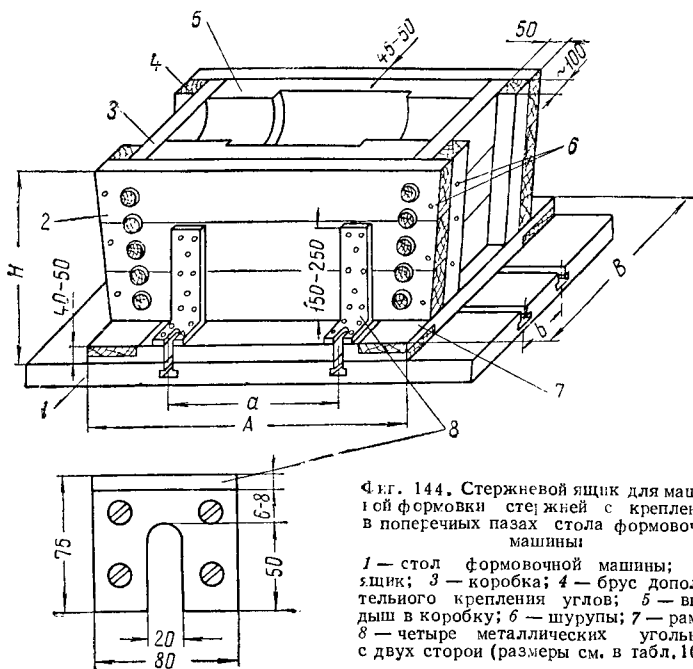
Размеры (мм) стержневых ящиков для машинной формовки стержней  
(см. фиг. 144—146)

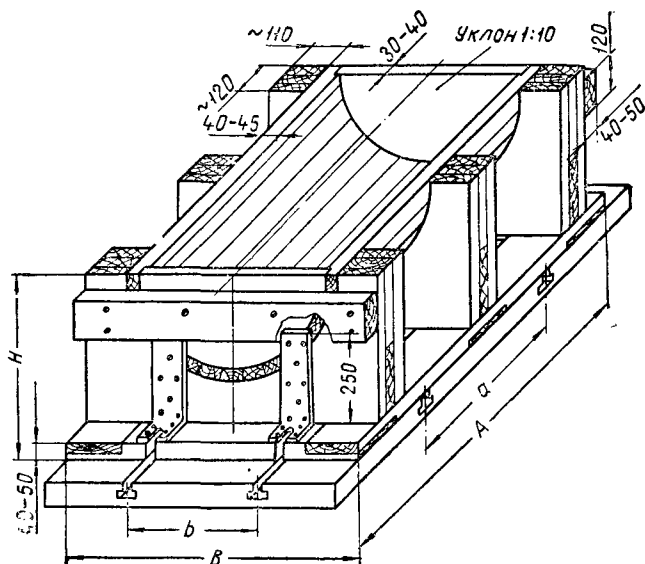
Марка формовочной машины	Наибольшая высота ящика, $H$	$A$	$B$	$a$	$b$
232	450	500—950	390—800	460	350
233	400	950—1100	700—1400	—	580



Фиг. 143. Схема расположения стержневого ящика на столе формовочной машины

1 — стол формовочной машины; 2 — стержневой ящик;  
3 — сушильная плита; 4 — крепежная доска.





Фиг. 146. Стержневой ящик средних размеров для машинной формовки стержней (размеры см. в табл. 107).

### 3. МОДЕЛИ ДЛЯ РУЧНОЙ ФОРМОВКИ

#### Особенности изготовления моделей для ручной формовки

Изготовление моделей для ручной формовки отличается от изготовления моделей для машинной формовки следующими особенностями:

1. При ручной формовке количество разъемов формы и модели не ограничено.

2. Количество стержней, а в модельном комплекте — стержневых ящиков сокращается до минимума.

3. Боковые выступающие части, независимо от их размеров, если они не вынимаются из формы вместе с моделью, делаются отъемными, а крепление их к модели производится различными способами: на шпонках, шпильках и болтах и т. д.

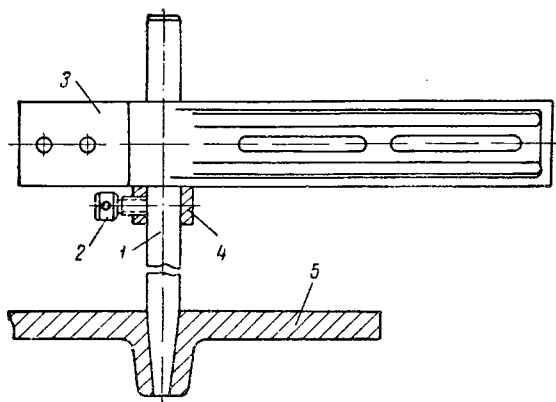
4. На моделях, формируемых в почве, необходимо делать окна для подбивки формы под моделью.

5. Возможность подрезки форм и снятие их кусками до выемки модели из формы упрощает изготовление модели.

6. Все модели ручной формовки должны иметь приспособления для расталкивания и удаления модели из формы.

### Модельная оснастка для шаблонной формовки и скелетные модели

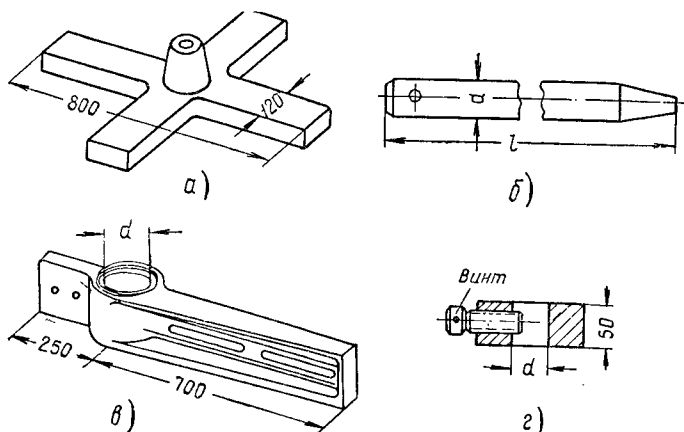
Изготовление крупных моделей требует больших затрат рабочего времени и материала, что делает их очень дорогими. Для резкого снижения стоимости моделей формовка деталей, имеющих форму тел вращения (колеса, шестерни, венцы, шкивы, чаши, ковши, барабаны и т. д.) при малом количестве отливок производится по шаблонам (фиг. 147). По шаблонам могут быть изготовлены также и круглые стержни.



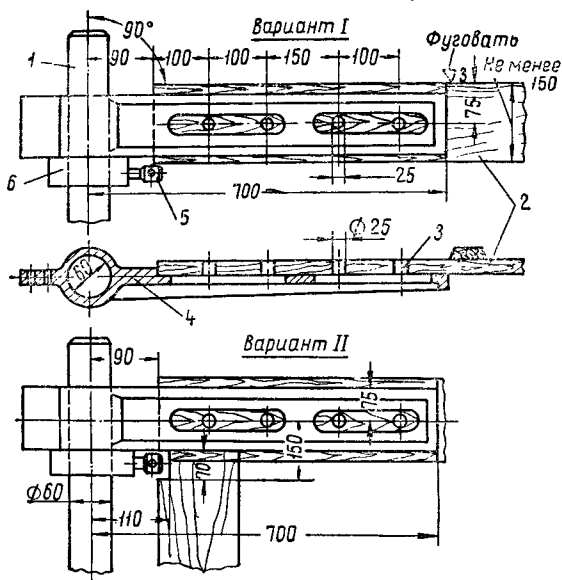
Фиг. 147. Оснастка для шаблонной формовки в собранном виде  
1 — шпindel; 2 — винт; 3 — серьга; 4 — опорное кольцо; 5 — башмак.

Модельная оснастка для шаблонной формовки состоит из необходимого количества (1—3) шаблонов. Первым шаблоном натачивается форма для набивки верхней опоки, вторым шаблоном натачивается форма низа, третий шаблон (обратный первому) иногда делается для проверки формы набитого верха. Если формующая деталь имеет выступающие части: приливы, ребра, знаки и т. д., то они изготавливаются по модели, а для их установки в форму делаются необходимые приспособления: мерки, линейки и т. д.

Для ускорения приготовления формы низа изготавливается косяк по форме второго шаблона на  $\frac{1}{6}$  часть окружности с упором в шпindel. По косяку набивается форма низа, а затем проверяется вторым шаблоном. Для высоких деталей косяк по высоте делается с одним или двумя разрезами, и тогда набивка формы низа производится последовательно. В зависимости от размеров детали шаблоны могут быть изготовлены из доски, щитка или рамки. Толщина шаблонов делается из условий прочности, но не менее 40 мм. Шаблоны высотой более 1000 мм следует делать с учетом крепления на две серьги (фиг. 148), с расстоянием от низа 300—500 мм и делать два выреза под выход головки упорного винта. На шаблонах



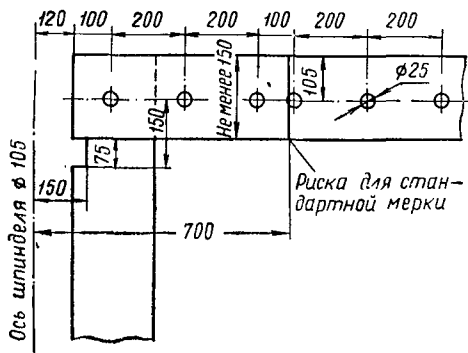
Фиг. 148. Детали оснастки для шаблонной формовки:  
 а — башмак; б — шпindel; в — серьга; г — опорное кольцо. Размеры: — 1500;  
 2500 и 4000 мм;  $d = 60$  или 105 мм.



Фиг. 149. Два варианта крепления шаблонов к серьге (шпindel диаметром 60 мм):  
 1 — шпindel; 2 — шаблон; 3 — отверстия в шаблоне для болтов; 4 — серьга;  
 5 — винт опорного кольца; 6 — опорное кольцо.

вычерчивается тело детали. Верхняя грань шаблона должна быть ровной, так как от нее ведется разметка контура шаблона, а при креплении шаблона к серье по этой грани проверяется уровень правильности установки шаблона в горизонтальном положении. Правильность установки шаблона относительно оси шпинделя проверяется меркой, по длине которой на шаблоне делается ножовкой риска.

Рабочая грань шаблона оковывается железом, а с обратной стороны снимается фаска под углом  $45^\circ$ . Крепление шаблонов к серье осуществляется болтами через отверстия в шаблоне и серье. Варианты крепления шаблонов к серье показаны на фиг. 149—150.



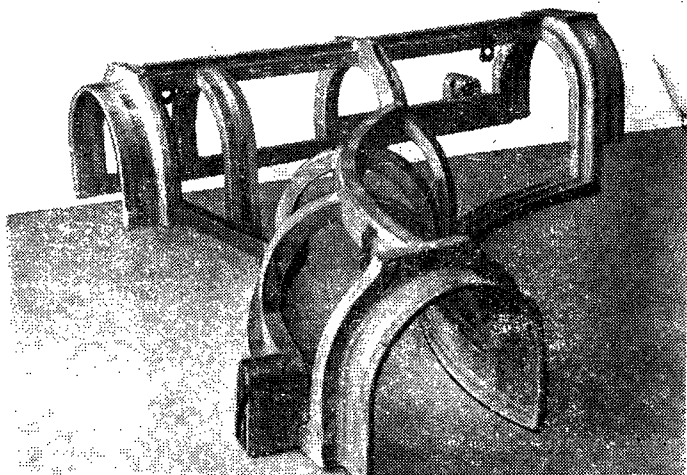
Фиг. 150. Вариант крепления шаблона к серье (шпиндель диаметром 105 мм).

Шаблонную формовку рекомендуется применять для деталей, имеющих диаметр более 1500 мм.

Формовка протяжными шаблонами применяется для деталей, не имеющих форму тела вращения. В этом случае движение протяжных шаблонов (скребков) осуществляется по направляющей рамке. Скребок выполняется внутренняя и внешняя форма детали. Выступающие части изготавливаются по модели и крепятся к рамке. Отпечаток рамки в форме заделывается.

Скелетные модели применяются для изготовления в малом количестве различных отливок средних и крупных размеров. Достоинство скелетных моделей состоит в том, что они значительно дешевле полной модели и, кроме того, по скелету модели легче выдержать заданную толщину стенки детали, особенно в переходах.

Скелетные модели применяются для получения литейной формы таких деталей, как желоба (фиг. 151), тройники, крестовины, соединительные части трубопроводов, а также и таких деталей, как верхняя часть выхлопного патрубка (фиг. 152) и т. д. Головной подшипник и все отверстия в отливке верхней части выхлопного патрубка выполняются стержнями, изготовленными в ящиках, а основная часть внутреннего контура отливки выполняется стержнями, изготовленными по скелету модели на месте. Контур стержней между ребрами скелета модели обрабатывается скребками. После отделки



Фиг. 151. Скелетная модель желоба.

стержней окна модели (между ребрами скелета) заполняются лепешками из глины, изготовленными по ящику, высота которого равна толщине стенки отливки. Лепешки по верху заглаживаются заподлицо с ребрами скелета. Поднутрения средней части отливки выполняются отъемными кусками формы.

### Модельные комплекты для формовки в стержнях

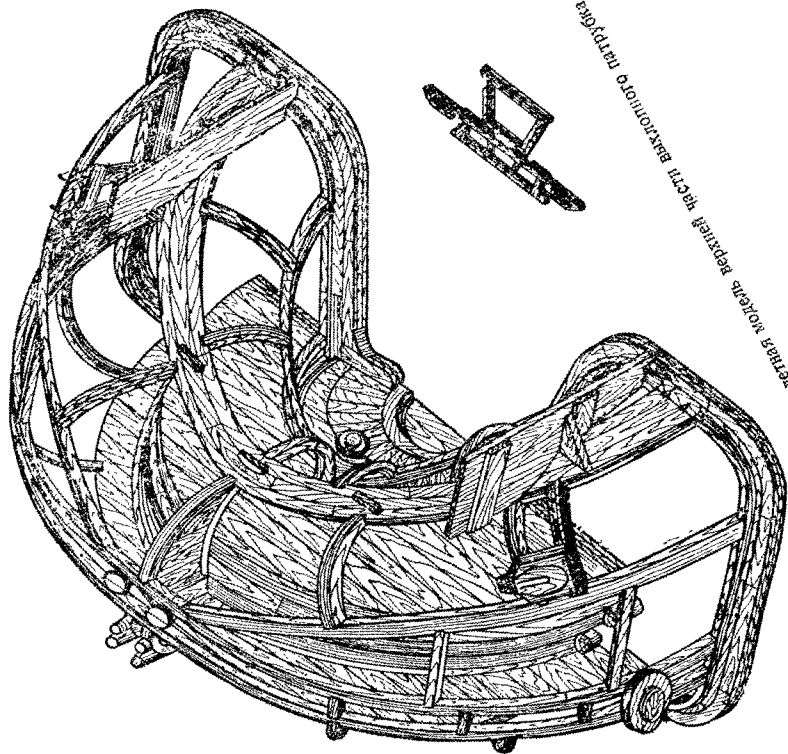
Литейная форма сложных по конфигурации деталей готовится сборкой комплекта стержней. В этом случае модельный комплект состоит из одних стержневых ящиков.

Сборка литейной формы из стержней для одиночных отливок средних и крупных размеров производится в литой рамке или на плацу в яме. Собранная форма стягивается металлическими хомутами с болтами или забивается по контуру землей.

В массовом и серийном производстве сборка формы из стержней производится в специальные литые жакеты. В этом случае наружный контур стержней строго согласуется с размерами жакета. Точность формы в процессе сборки проверяется контрольными шаблонами.

Формовка в стержнях применяется для таких деталей, как рабочие колеса больших гидротурбин, паровозные рамы и цилиндры, головка и рубашка цилиндров мотора, и других деталей.





Фиг. 159. Складчатая модель верхней части выкройки парусника.

#### 4. УПРОЧНЕНИЕ ДЕРЕВЯННЫХ МОДЕЛЕЙ

В серийном и массовом производстве стойкость моделей оказывает существенное влияние на себестоимость отливок. Под стойкостью модели следует понимать способность модели выдержать наибольшее количество формовок без ремонта. Повышение стойкости моделей, изготовленных из мягких пород дерева, достигается прежде всего выбором наиболее жесткой конструкции модели. Рабочие поверхности модели облицовываются древесиной твердых пород. Все выступающие и отъемные части модельного комплекта изготавливаются из материала твердых пород дерева. Кромки модели, стенки и верх стержневых ящиков армируются листовым железом толщиной 2—4 мм. Крупные модели серийного производства сплошь армируются железом, а наименее стойкие части модельного комплекта изготавливаются металлическими из алюминиевых сплавов.

Увеличение прочности неразъемных углов средних и крупных стержневых ящиков достигается вклейкой брусков во внешние углы ящика. В серийном производстве неразъемные углы ящика после вклейки брусков стягиваются болтами по диагонали.

#### 5. ОКРАСКА И МАРКИРОВКА МОДЕЛЕЙ

Лакокрасочные покрытия деревянных моделей должны выполнять несколько функций:

1) придавать поверхности модели гладкость, что обеспечивает и соответствующую гладкость поверхности самой отливки;

2) предохранять материал модели от набухания под действием влаги;

3) давать условное обозначение той или иной части модели (табл. 108).

Окраска моделей состоит из следующих операций: 1) грунтовки; 2) шпаклевки; 3) окраски.

При грунтовке создается сцепляющий слой между окрашиваемой поверхностью и слоями краски. Шпаклевка необходима для сглаживания имеющихся на поверхности модели неровностей. Верхнее и основное покрытие служит для придания поверхностям моделей необходимой твердости и гладкости; оно должно быть водонепроницаемым и эластичным. К требованиям, предъявляемым к верхнему покрытию, следует также отнести и неприлипаемость формовочных смесей. Общее покрытие моделей должно быть тонким с тем, чтобы не изменять размеров моделей. Характеристики применяемых лаков, эмалей, грунтовок и шпаклевок даны в главе III.

##### Отличительная окраска

Поверхности деревянного модельного комплекта, соответствующие поверхностям отливки, должны иметь отличительную окраску одного цвета, называемую основным фоном модельного комплекта.

В качестве основного фона модельного комплекта установлены: для изготовления отливок из чугуна — красный; из стали — серый; из цветных сплавов — желтый.

При окраске поверхностей моделей и стержневых ящиков, соответствующих поверхностям отливок, подвергающихся механической обработке, черные крупные пятна должны закрывать не менее 10% поверхности. Размеры пятен должны соответствовать размеру окра-

шиваемой поверхности, но диаметр пятна не должен превышать 40 мм.

Ширина черных полос (номер пп. 4 и 7, табл. 108) должна быть не менее одной четверти расстояния между ними. Ширина полос при окантовке (номер пп. 5, 6 и 7, табл. 108) должна соответствовать размеру окантовываемой поверхности.

На поверхности модельного комплекта может быть нанесена дополнительная отличительная окраска, обусловливаемая требованиями производства и технологического процесса. Окрашиваться могут знаки обработки, места установки жеребеек; места выполнения галтелей, выводов газов из стержней, пропиливания и др. Нанесение дополнительной отличительной окраски устанавливается заводскими инструкциями и нормами.

### Маркировка моделей

После окраски модели маркируются. Порядок маркировки моделей приведен в табл. 109.

Формовочные шаблоны должны иметь маркировку, аналогичную маркировке моделей по пп. 1, 2 и 3, табл. 109. Стержневые ящики должны иметь маркировку в соответствии с табл. 110.

Знаки маркировки, указанные в таблицах, отделяются в строке друг от друга горизонтальной черточкой (тире). Маркировка выполняется на наружных поверхностях стержневых ящиков.

Все отъемные части (в том числе выпоры, прибыли, элементы литниковой системы и т. п.) должны иметь следующую маркировку:

- а) номер детали или отливки;
- б) порядковый номер модельного комплекта (при наличии дублеров) с шифром «К»;
- в) специальные метки (маркировка), соответствующие метке на модели (стержневом ящике) в месте их сопряжения.

Фальшивые подмодельные плиты должны иметь следующую маркировку:

- а) номер детали или отливки;
- б) порядковый номер модельного комплекта (при наличии дублеров) с шифром «К».

Допускается нанесение на модельном комплекте и его частях дополнительной маркировки, обусловленной требованиями производства и технологического процесса. В маркировке может быть указано количество питателей, шлакоуловителей и стояков (раздельно); марка или товарный знак предприятия-изготовителя; порядок комбинирования отдельных частей модели или стержневого ящика, предназначенных для изготовления различных отливок; марка сплава и т. п.

Дополнительная маркировка должна быть оговорена в соответствующих инструкциях или других технических документах. Нанесение маркировки допускается одним из способов: надписью краской, врезкой литых знаков, набивкой штампованных знаков, клеймением и др. Размеры знаков маркировки должны соответствовать размеру поверхности, на которую они наносятся. Размер маркировки на высоте знака должен быть не менее 5 мм.

Пример маркировки модели, предназначенной для изготовления отливки детали Б-3410 второго модельного комплекта с 5 стержневыми ящиками, одной фальшивой подмодельной плитой, двумя

Таблица 108

## Отличительная окраска поверхностей модельного комплекта и его частей (по нормам МН 733—60)

№ по пор.	Поверхности модельного комплекта и его частей, подлежащие отличительной окраске	Отличительная окраска
1	Поверхности моделей и стержневых ящиков, соответствующие поверхностям отливок, не подвергающимся механической обработке	Сплошная окраска в красный, серый или желтый цвет
2	Поверхности моделей и стержневых ящиков, соответствующие поверхностям отливок, подвергающимся механической обработке	Черные круглые пятна по основному фону модельного комплекта
3	Поверхности стержневых знаков и других незаливаемых частей	Сплошная окраска в черный цвет
4	Поверхности частей моделей и стержневых ящиков, подлежащих заделке в литой форме и стержнях (упрочняющие части, ребра жесткости и т. п.)	Штриховка наклонными черными полосами по основному фону модельного комплекта
5	Поверхности сопряжения моделей и стержневых ящиков с их отъемными частями	Окантовка черной полосой и маркировка
6	Поверхности элементов литниковой системы, прибылей, выпоров, приливов для отбора проб для контрольных испытаний	Окраска в цвет основного фона модельного комплекта. Отделяются от тела модели черной полосой
7	Поверхности установки холодильников	Окантовка и штриховка в клетку черными полосами по основному фону модельного комплекта
8	Поверхности «фальшивых» подмодельных плит	Окраска в цвет основного фона модельного комплекта
9	Поверхности шаблонов (заточных, протяжных, установочных и др.)	Окраска в цвет основного фона модельного комплекта

Таблица 109

Маркировка моделей по нормам машиностроения МН 733—60)

№ по пор.	Знаки маркировки, выполняемые на модели	Шифр маркировки и порядок ее нанесения
1	Номер детали или отливки, для изготовления которой предназначена модель	Соответствует шифру, обозначенному на чертеже детали или отливки
2	Порядковый номер модельного комплекта (при наличии дублеров)	Шифр «К» с расположенным за ним числом, показывающим номер модельного комплекта; размещается ниже маркировки п. 1
3	Количество стержневых ящиков в модельном комплекте	Шифр «Я» с расположенным за ним числом, показывающим количество стержневых ящиков; размещается за маркировкой п. 2
4	Количество «фальшивых» подмодельных плит, входящих в модельный комплект	Шифр «Ф» с расположенным за ним числом, показывающим количество «фальшивых» подмодельных плит; размещается за маркировкой п. 3
5	Количество отдельных и отъемных частей модели	Шифр «ОЧМ» с расположенным за ним числом, показывающим количество отдельных и отъемных частей модели; размещается ниже маркировки п. 4
6	Количество шаблонов	Шифр «Ш» с расположенным за ним числом, показывающим количество шаблонов; размещается за маркировкой п. 5
7	Количество прибылей и выпоров, изготавливаемых отдельно от основного тела модели	Шифр «ПВ» с расположенным за ним числом, показывающим количество прибылей, выпоров; размещается за маркировкой п. 6
8	Количество элементов литниковой системы, изготавливаемых отдельно от основного тела модели	Шифр «Л» с расположенным за ним числом, показывающим общее количество элементов литниковой системы; размещается за маркировкой п. 7

Таблица 11)

Маркировка стержневых ящиков (по нормалам машиностроения  
МН 733—60)

№ по пор.	Знаки маркировки, выполняемые на стержневом ящике	Шифр маркировки и порядок ее нанесения
1	Номер детали или отливки, для изготовления которой предназначен стержневой ящик	Соответствует шифру, обозначенному на чертеже детали или отливки
2	Порядковый номер модельного комплекта (при наличии дублеров)	Шифр «К» с расположенным за ним числом, показывающим порядковый номер модельного комплекта; размещается ниже маркировки п. 1
3	Порядковый номер стержневого ящика (при количестве более одного)	Шифр «Я №» с расположенным за ним числом, показывающим порядковый номер стержневого ящика; размещается за маркировкой п. 2
4	Порядковый номер стержней, изготавливаемых по одному стержневому ящику с применением разных вкладшей	Шифр «Ст №» с расположенными за ним числами и соответствующими буквенными индексами, показывающими номера стержней; размещается за маркировкой п. 3
5	Количество отъемных и вставных частей стержневого ящика	Шифр «ОЧО» с расположенным за ним числом, показывающим количество отъемных и вставных частей стержневого ящика; размещается за п. 4
6	Количество шаблонов	Шифр «Ш» с расположенным за ним числом, показывающим количество шаблонов; размещается за маркировкой п. 5

отъемными частями, одним шаблоном, тремя выпорами и прибылками, шестью элементами литниковой системы

Б-3410

К2-Я5-Ф1

ОЧМ2-Ш1-ПВ3-Л6

Пример маркировки стержневого ящика, предназначенного для изготовления стержней к отливке Б3410 второго модельного комплекта ящика № 4 для стержней № 4а, 4б с шестью отъемными и вставными частями, с 1 шаблоном

Б3410

К2.Я № 4 — С № 4а; 4б

ОЧС6-Ш1

Когда по одному стержневому ящику изготавливают два или большее количество различных стержней, то для каждого стержня наносится своя маркировка с указанием количества отъемных частей, их наименования и места установки, например:

- 1) ст. № 4а ОЧС АБВГ по метке 1;
- 2) ст. № 4б ОЧС АБДЕ по метке 2 — если части А и Б встают на другое место, а если они остаются на прежнем месте, то АБ по метке 1 и ДЕ по метке 2;
- 3) на всех отъемных и вставных частях стержневых ящиков должен быть указан номер стержневого ящика, к которому они относятся \*.

## 6. КОНТРОЛЬ

Применяются три вида контроля модельных комплектов:

а) контроль межоперационный; б) контроль-приемка; в) контроль службы моделей.

**Контроль межоперационный.** Межоперационный контроль применяется преимущественно при изготовлении металлических моделей в массовом и крупносерийном производстве на отдельных участках.

**Контроль-приемка.** Контроль-приемка состоит из трех этапов:

- а) контроль предварительный;
- б) контроль основной;
- в) контроль заключительный.

Контроль *предварительный* применяется преимущественно в серийном и массовом производстве. В объем предварительного контроля входит: проверка контрольных сечений, разрезов и узлов; вычерченного в натуральную величину на шите чертежа (эскиза); шаблонов и приспособлений, требуемых для изготовления модельного комплекта. Предварительный контроль в единичном производстве применяется редко, лишь при изготовлении очень сложных и ответственных модельных комплектов.

Контроль *основной* применяется в массовом, серийном и единичном производстве. В объем основного контроля входит: полная проверка соответствия окончательно готового модельного комплекта (без окраски) чертежам, техническим требованиям, заданному технологическому процессу изготовления форм и стержней и заданной конструкции модельного комплекта. Модельный комплект предъявляется для проверки комплектно.

Проверка размеров модельных комплектов при основном контроле производится по чертежам с учетом допусков на размеры модельных комплектов, припусков на усадку, припусков на механическую обработку отливок и формовочных уклонов.

У моделей для машинной формовки проверяется правильность монтажа их на стационарные или координатные плиты.

В *заключительный* контроль входит контроль окраски и маркировки, оформление документации приемки, а для моделей первого класса также контроль контрольных отливок. Контрольные отливки размечаются и при необходимости разрезаются.

---

\* Примечание автора к нормам МН 733—60.

**Контроль службы.** Контроль службы моделей производится в процессе эксплуатации. После каждого текущего ремонта проверяется качество ремонта. После капитального ремонта производится приемка по правилам приемки нового модельного комплекта.

## 7. ХРАНЕНИЕ МОДЕЛЕЙ

Модели — дорогостоящая оснастка, поэтому совершенно необходимо организовать бережное их хранение. Все модели — металлические и деревянные — должны храниться в закрытых помещениях с равномерной температурой в пределах 8—12° и относительной влажностью 40—50%. Хранение даже самых крупных моделей на открытом воздухе не должно допускаться.

На складе мелкие модели располагаются на полках стеллажей. Стеллажи и полки нумеруются.

Средние и крупные модели располагаются рядами в пролетах склада. Пролеты и ряды нумеруются. На все выпущенные из модельного цеха новые модели оформляются модельные карты, хранящиеся в картотеке модельного склада. На модельной карте записывается номер чертежа, состав модельного комплекта и место его хранения. На модельной карте отмечаются: дата выдачи модели в литейный цех, дата возвращения модели из литейного цеха на склад с отметкой ее состояния (требуется ремонт или модель исправна), а также все ремонты модели.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Егоренков И. П. Модельное производство. Машгиз, 1956.
  2. Поскачеев Н. И. Новое в модельном деле. Профиздат, 1953.
  3. Невяжская Л. М. Окраска моделей. Машгиз, 1951.
  4. Нормали машиностроения (МН 732—60; МН 733—60). Модели литейные деревянные. Классификация и технические требования. Отличительная окраска и маркировка. Стандартгиз, 1960.
-



## КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК МОДЕЛЕЙ

В этой главе содержатся сведения об изготовлении модельных заготовок самой различной формы, о способах крепления частей моделей, стержневых ящиков и подмодельных плит, а также содержатся другие практические указания.

При конструировании заготовок моделей и стержневых ящиков следует учитывать: усушку и разбухание древесины, напряжения, возникающие при формовке и удалении модели из формы, износ модели и стержневых ящиков вследствие истирающего действия формовочной смеси. Конструкция и материал заготовок для модельного комплекта, способ соединения древесины, а также способ соединения неразъемных и разъемных частей должны обеспечивать прочность и жесткость конструкции и удобства при изготовлении форм и стержней. Заготовки должны удовлетворять техническим требованиям, которые предъявляются при их обработке на имеющемся оборудовании модельного цеха.

### 1. ЗАГОТОВКА ЩИТОВ

Различные конструкции заготовок щитов представлены в табл. 111.

Щиты для поддонов к стержневым ящикам и для заглушек окон крупных моделей рекомендуется делать из досок на ребрах *1* со щелями влажности шириной около 2 мм (фиг. 153, табл. 112). Щели предохраняют щиты от коробления при разбухании древесины во влажной среде.

Таблица 111

Заготовки щитов

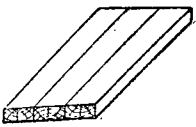
	<p>Щит, склеенный впртык из досок Применяется для изготовления коробок моделей и стержневых ящиков, заготовок для секторов и других деталей для моделей</p>
---	---

Таблица 111 (продолжение)

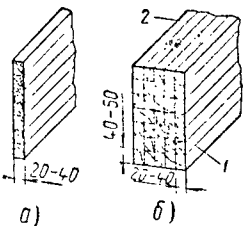
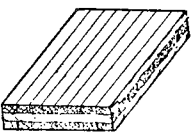
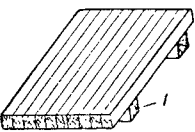
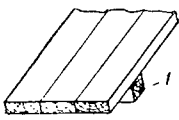
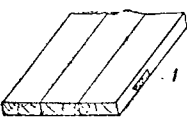
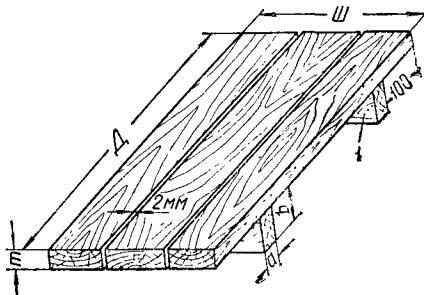
 <p>а) б)</p>	<p>Щит из брусков Щит а вырезается из выклеенного массива б: 1 — плоскость склейки; 2 — линия разреза. Применяется при изготовлении моделей второго класса прочности</p>
	<p>Щит, переклеенный из брусков. Применяется при изготовлении моделей второго класса прочности и копирмоделей штампов. Для повышения стойкости на рабочую поверхность рекомендуется наклеивать один слой из твердых пород дерева</p>
	<p>Щит из брусков, скрепленный ребрами 1 Применяется при изготовлении моделей второго класса прочности</p>
	<p>Щит из досок, скрепленный ребрами 1 Применяется при изготовлении моделей третьего класса прочности</p>
	<p>Щит из досок, скрепленный шпонками 1 Применяется при изготовлении моделей третьего класса прочности</p>

Таблица 111 (окончание)

	<p>Щит из досок, скрепленный шпонками 1 (шпонки ставятся на клей и шурупы) Применяется для моделей второго и третьего классов прочности</p>
	<p>Щит из досок, скрепленный рейками 1 Применяется для изготовления моделей третьего класса прочности</p>
	<p>Щит из досок, вставленный в рамку 1 в закрой Применяется при изготовлении моделей второго и третьего класса прочности</p>

Примечание. О классах прочности см. главу VI.

Фиг. 153. Щит для поддонов к стержневым ящикам и для заглушек окон крупных моделей (размеры см. в табл. 112)



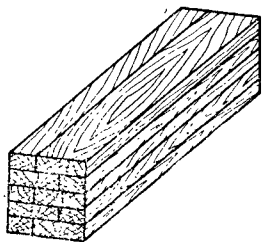
Размеры (мм) щитов (см. фиг. 153)

Таблица 112

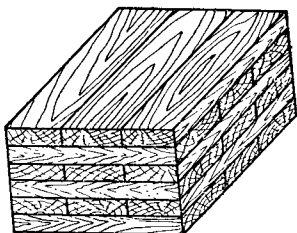
Д	Ш	t	a	в	Количество ребер
до 800	до 800	30—50	40	70	2
до 1000	до 1000	40—50	45	70	2
до 1700	до 1300	50	50	80	3
до 2500	до 1600	50	60	100	4
до 3400	до 2000	50	60—70	120	5

## 2. МАССИВНЫЕ ЗАГОТОВКИ

Мелкие модели, элементы моделей и стержневых ящиков выклеиваются массивными с направлением слоев в одну сторону (по длине — долью) и переклейные (слои перекрещиваются). Когда часть модели или вся модель имеет в сечении квадрат или круг или когда разница в размерах сечения незначительна, а высота значительно превышает размеры сечения, заготовка склеивается долью (фиг. 154). Когда же высота детали равна или меньше любого размера в основании, заготовка выклеивается переклейным массивом (фиг. 155).



Фиг. 154. Массивные заготовки с направлением слоев дерева в одну сторону.



Фиг. 155. Переклейная массивная заготовка.

Для моделей 2 класса прочности заготовки выклеиваются из узких досок (полудосок). Толщина досок не должна превышать 30 мм для мелких и средних моделей и 40 мм для крупных моделей. Для увеличения прочности заготовки пробиваются нагелями с клеем. Для моделей небольшой толщины могут быть изготовлены заготовки однослойные, но с врезкой шпонок. Размеры массивных заготовок приводятся в табл. 113.

Склеиваемые плоскости заготовок должны быть плотно прифугованы. Склейка производится казенным, медровым или костным клеем. Щели по склейке не допускаются. У заготовок типа 2 (табл. 113) шпонки ставятся на клей и шурупы. Пазы под шпонки фрезеруются.

## 3. ЗАГОТОВКИ ТИПА РАМ

Заготовки типа рам (фиг. 156) применяются для моделей мелких, средних и крупных размеров, знаковых частей и приливов к моделям; для заглушек и изготовления каркасов коробчатых моделей. В зависимости от назначения рамы могут быть изготовлены без заглушек, с вставными заглушками (щитами) или обшиты с одной или с двух сторон досками. Таким способом могут быть изготовлены модели крупных размеров при высоте до 200 мм (в 4—5 слоев).

В табл. 114 приводятся размеры заготовок типа рам и их элементов.

Массивные заготовки для моделей

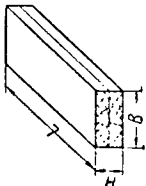
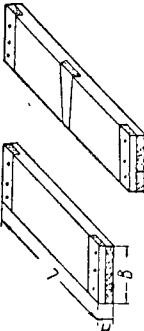
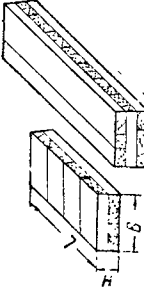
Тип заготовок	Предельные размеры, мм			Особенности изготовления		Примечание
	L	B	H			
	100—250	100—250	50—150	Класс прочности	Наименьшее количество слоев при H, мм	Для мелких моделей, приливов и знаков средних и крупных моделей
					до 50	
					50—100	до 150
	300—1500	100—250	20—50	Количество шпонок при L, мм	до 1000	Для мелких моделей, отъемных частей к средним и крупным моделям, вкладышей стержневых ящиков
					2	
					1000—1500	
	100—1000	100—250	50—150	Класс прочности	Наименьшее количество слоев при H, мм	Для мелких моделей, приливов, знаков отъемных частей средних и крупных моделей, вкладышей, стержневых ящиков
					до 50	
					50—100	до 150
					3	5
					2	4

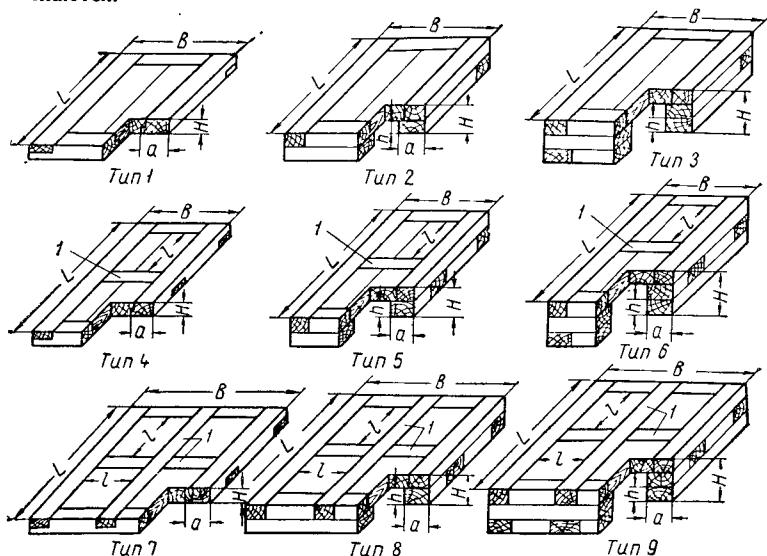
Таблица 114

Размеры (мм) заготовок моделей типа рам (фиг. 156)

Тип	$L$	$B$	$H$ не более	$a$	$l$	$h$ не более
1	300—900	300—900	50	100—120	—	
2			100		—	
3			150		—	
4	св. 900		50	100—140	до 650	
5			100			
6			150			
7	св. 900	св. 900	50	120—160		50
8			100			
9			150			

Количество перевязок  $l$  (фиг. 156, тип 4—9) принимается из расчета, что размер  $l$  не больше 650 мм. Когда заготовка предназначена для установки на боковую плоскость модели, то вместо вставных щитков-заглушек рама обшивается досками, слоями по ходу формовки, и размер  $a$  для всех слоев рамы выполняется одинаковым.

Сборка рам производится на клей. Двухслойные и трехслойные рамы пробиваются нагелями с клеем. Щели по склейке не допускаются.



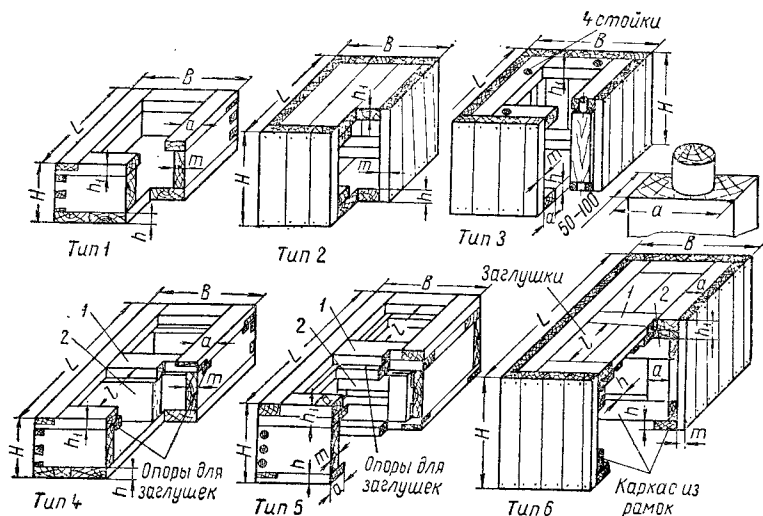
Фиг. 156. Заготовки моделей типа рам (размеры см. в табл. 114).

## 4. ЗАГОТОВКИ ТИПА КОРОБОК

Заготовки типа коробок (фиг. 157 и 158) применяются для моделей прямолинейной формы средних и крупных размеров, знаковых частей к моделям, прибелей и других крупных частей к моделям. Заготовки коробок моделей высотой  $H$  до 600 мм типа 1, 4 и 5 (фиг. 157) и типа 7, 8 (фиг. 158) вьжуются в углах на «косые» шипы или круглые фрезерованные шипы. Наиболее прочным и требующим меньших затрат труда является соединение на круглых шипах.

Сборка производится на клей, шипы расклиниваются. В зависимости от назначения заготовки у коробок типа 1 сверху или снизу или сверху и снизу ставятся заглушки из рамок или досок. Рамки и доски крепятся на клей и гвозди.

Заготовки коробок для моделей высотой  $H$  больше 600 мм изготавливаются из клепки на шитах (тип 2); из клепки на рамках и стойках с круглыми (фрезерованными или точеными) шипами диаметром 40—70 мм (тип 3).



Фиг. 157. Заготовки моделей средних размеров типа коробок (размеры см. в табл. 115).

Для заготовок крупных размеров делают каркасы из рамок и обшиваются клепкой с креплением на клей и гвозди (тип 6, 9 и 10). Рамки каркаса собираются между собой на клей, шурупы и гвозди. Кроме этого, углы могут быть скреплены болтами. Расположение слоев клепки необходимо в направлении извлечения модели из формы.

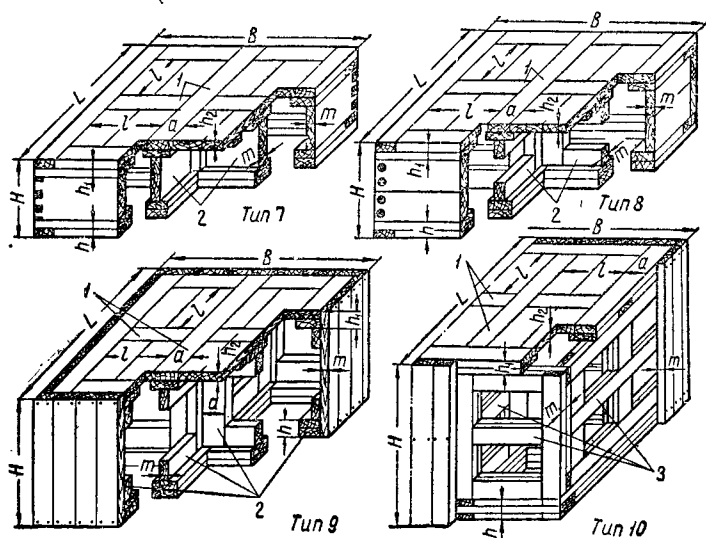
У моделей для машинной формовки окна в рамке со стороны набивки формы (нижняя рамка по ходу формовки) закрываются щитками наглухо. У моделей для ручной формовки окна в верхней рамке закрываются отъемными щитками.

Размеры заготовок коробок приводятся в табл. 115 и 116.

Таблица 115

Размеры (мм) заготовок моделей средних размеров типа коробок (фиг. 157)

Тип	$L$	$B$	$H$	$a$	$h$	$h_1$	$m$	$l$
1	от 300	от 300 до 900	от 150 до 600	100—120	30—50	40—50	40—45	—
2	до 900	от 300 до 400	от 600 до 900	—	40—50	45—50	40—45	—
3	от 400 до 900	от 400 до 900	от 600 до 900	100—120	50—70	50—70	40—45	—
4	св. 900	от 300 до 900	от 200 до 400	от 100 до 140	40—50	40—50	45—50	до 650
5	св. 900	от 300 до 900	от 400 до 600	от 100 до 140	50—60	70—80	45—50	до 650
6	св. 900	от 400 до 900	от 600 до 900	от 100 до 140	50—80	70—80	45—50	до 650



Фиг. 158. Заготовки крупных моделей типа коробок (размеры см. в табл. 116).

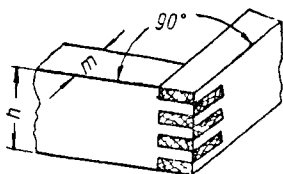


Таблица 116

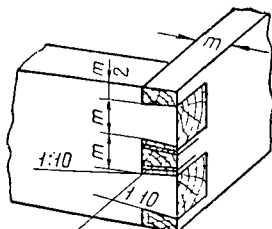
Размеры (мм) заготовок крупных моделей типа коробок (фиг. 158)

Тип	L	B	H	a	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	m	m <sub>1</sub>	l
7	св. 900	св. 900	250—450	120—150	70—80	80—90	40—45	45—50	45—50	до 650
					80—90				60—80	
8			450—600		90—100	90—120	45—50		80—100	
9			600—900		100—140					
10			с в 900							
Количество перевязок										
Наибольшие размеры L, B или H, мм			1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	
Количество перевязок l или 3			1	2	3	4	5	6	7	

## Вязка углов коробок для моделей

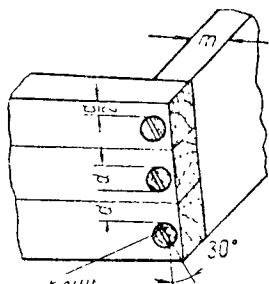


Угол на прямых шипах. Шипы фрезеруются на фрезерном станке. Наибольшие размеры:  $m = 50$  мм;  $h = 400$  мм



Шипы расклинить

Угол на косых шипах, зарезка шипов производится на ленточной пиле, долбление вручную. Недостаток — валки ручные операции



Клин

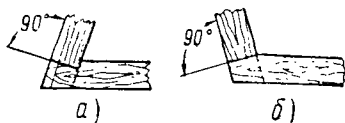
Угол на круглых шипах:

$a$  — острый,  $b$  — тупой.

$m$ , мм 35 40 45 50 55 60

$d$ , мм 20 20 25 25 30 30

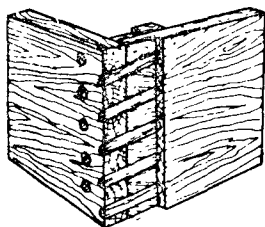
Шипы и отверстия выполняются на специальном двухшпиндельном фрезерном станке. Преимущества: отсутствует ручная операция — долбление; не требуется подгонки шипов при сборке; сокращается разметка; качество соединения прочное



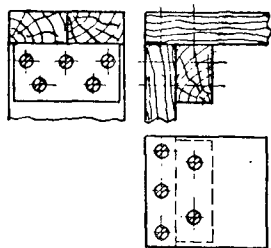
а)

б)

Таблица 117 (окончание)



Угол на нагелях. Отверстия сверлятся дрелью, нагели изготавливаются на станке. Соединение прочное. Сборка производится на специальном столе



Бесшпиповое соединение угла на шурупах

При толщине  $h$  и  $h_1$  до 50 мм рамки изготавливаются в 1—2 слоя, при толщине от 50 до 100 мм — в 2 и 3 слоя, при толщине больше 100 мм — в 3 слоя.

Двухслойные и трехслойные рамки пробиваются нагелями. Каркас коробок типа 6 может быть изготовлен из рамок или стоек (по типу 3) и рамок 2 в середине. Расстояние между центрами ребер или рамок 2, между центрами перевязок 1 и 3 (типа 10) и стойками должно быть не больше 800 мм.

Стойки с верхней и нижней рамками собираются на клей; шипы расклиниваются.

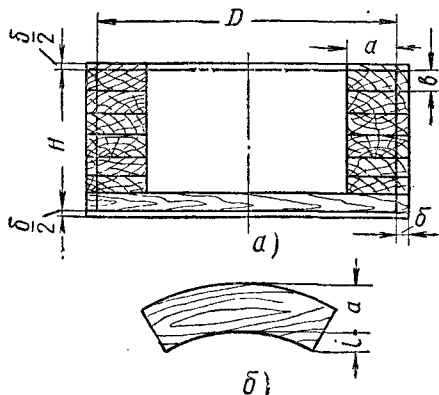
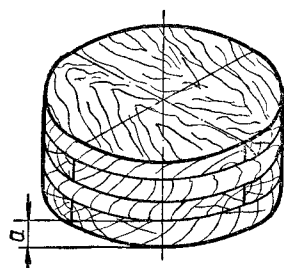
О вязке углов коробок дает представление табл. 117.

## 5. КРУГЛЫЕ ЗАГОТОВКИ

В модельном производстве встречается большое количество круглых заготовок. В зависимости от формы и размеров модели эти заготовки выполняются различными способами.

**Заготовки из дисков** (фиг. 159). Заготовки диаметром  $D$  до 400 мм и высотой  $H$  до 100 мм выклеиваются из дисков в переклейку. Толщина слоя диска  $a$  делается не больше 40 мм. Для конических деталей выклеиваются заготовки ступенчатой формы из дисков разных диаметров. Припуск на токарную обработку дается от 7 до 10 мм на сторону. Заготовка скрепляется сквозными нагелями.

**Кольцевые заготовки** (фиг. 160). Заготовки для моделей и стержневых ящиков диаметром  $D$  свыше 200 мм и



Фиг. 159. Заготовки из дисков

Фиг. 160. Заготовка кольца:  
 $a$  — кольцо на щите;  $b$  — кольцевой косяк-сектор (размеры косяков см. в табл. 118—120).

Таблица 118

Ширина  $a$  косяков в мм (см. фиг. 160)

$H$	$D$					
	до 500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2001—3000	3001—4000
до 150	60	70	80	90	100	110
151—300	65	75	85	90	105	115
301—450	70	80	90	100	110	—
451—600	—	85	90	100	—	—

высотой  $H$  до 600 мм выклеиваются из кольцевых секторов (косяков) и скрепляются нагелями диаметром 12—20 мм из расчета не менее двух нагелей в каждом косяке. Стыки косяков не должны попадать на одну линию.

Рекомендуемая ширина косяков  $a$  для заготовок с наружными чистовыми размерами определяется по табл. 118.

Для колец с внутренними чистовыми размерами ширина косяков увеличивается на 10 мм. Для колец, обрабатываемых изнутри и снаружи, ширина косяка определяется разностью наружного и внутреннего радиусов. Рекомендуемые припуски на обработку приведены в табл. 119.

Количество косяков в одном ряду равно:

Диаметр $D$ , мм	Количество косяков в ряду
до 300	4
301—500	5
501—1000	6
1001—1500	8
1501—2000	10
2001—3000	12
3001—4000	15

При определении количества косяков следует учитывать, что величина  $l$  не должна превышать величину  $a$  (фиг. 160, б). Достигается это путем увеличения количества косяков в одном ряду.

Толщину слоев кольца рекомендуется определять по табл. 120, с учетом, что толщина  $b$  не должна превышать  $\frac{2}{3}$  ширины  $a$ , а количество слоев в кольце не должно быть меньше трех, за исключением особых случаев, когда кольцо может быть вклеено в два слоя.

Таблица 119

Таблица 120

Рекомендуемые припуски в мм  
(на сторону) на обработку колец  
(см. фиг. 160)

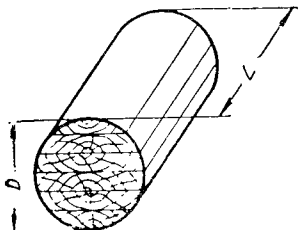
Наибольшая толщина  $b$  слоев  
кольца (фиг. 160)

$H$	$D$					
	до 500	501—1000	1001—1500	1501—2000	2001—3000	2001—4000
до 150	8	9	10	11	12	13
151—300	9	10	11	12	13	14
301—450	10	11	12	13	14	—
451—600	—	12	13	14	—	—

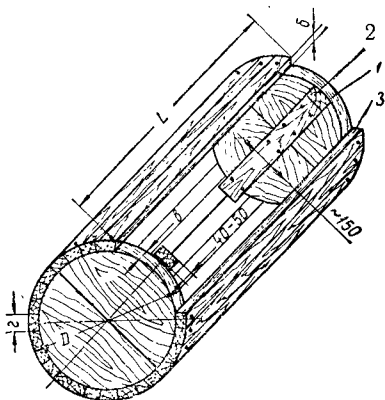
$H$	Размеры, мм	
	$D$	
	до 500	501—4000
до 100	25	34
101—250	25	40
251—300	30	40
301—600	—	45

**Круглые массивные заготовки (фиг. 161).** Заготовки диаметром  $D$  до 300 мм и длиной  $L$ , равной диаметру или больше его, выклеиваются массивными из досок или шитов и скрепляются нагелями. Перед токарной обработкой заготовки грубо обрубаются или опиливаются на восьмигранник и строгаются на фуговочном станке. Припуск на токарную обработку делается равным 5—10 мм на сторону. Разъемные заготовки перед обточкой спариваются на дюбелях и склеиваются с прокладкой бумаги по разьему.

**Круглые заготовки из клепки (типа барабанов).** Заготовки диаметром  $D$  от 300 до 500 мм и длиной свыше 300 мм изготавливаются из клепки 3 на дис-



Фиг. 161. Круглая массивная заготовка.

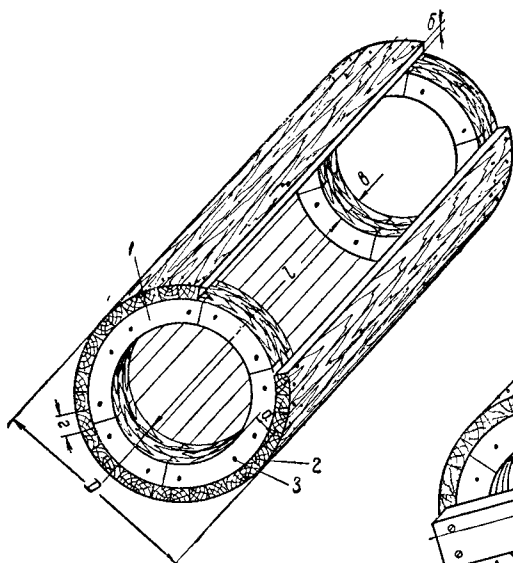


Фиг. 162. Барабан из клепки на дисках: 1 — диск; 2 — ребро; 3 — клепка (размеры см. в табл. 121).

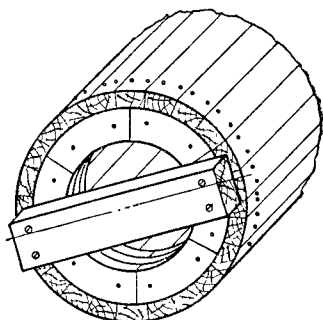
ках 1 (фиг. 162). Диски выклеиваются в два слоя в переклейку или на однослойные диски поперек их волокон ставятся на клей и шурупы доски 2.

Заготовки диаметром более 500 мм набираются клепкой 2 на кольцах 1 (фиг. 163). Кольца выклеиваются из косяков в 3—4 слоя и скрепляются нагелями. Количество колец или дисков определяется из расчета, что расстояние  $l$  между ними должно быть не более 800 мм. К заготовкам на кольцах, подлежащих обточке на токарных станках, привертывается на шурупах доска 1 для крепления центровых пластин (фиг. 164). Клепка на дисках или кольцах собирается на клей и гвозди. Не менее половины длины гвоздей забивается в тело диска или кольца. Между собой клепки прифуговываются, ставятся на клей и пробиваются гвоздями.

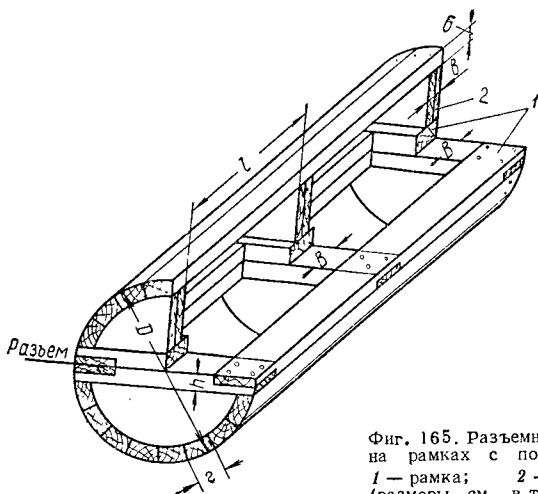
У разъемных по центру заготовок в разъем ставятся рамки 1 (фиг. 165—166). В зависимости от диаметра заготовки на рамы под клепку устанавливаются половины дисков или полукольца. Половины моделей спариваются на дюбелях или металлических штырях.



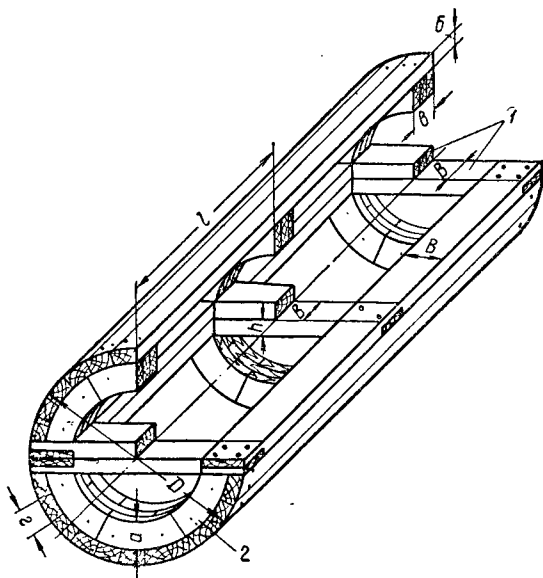
Фиг. 163. Барабан из клепок на кольцах:  
1 — кольцо; 2 — клепка; 3 — нагели (раз-  
меры см. в табл. 121).



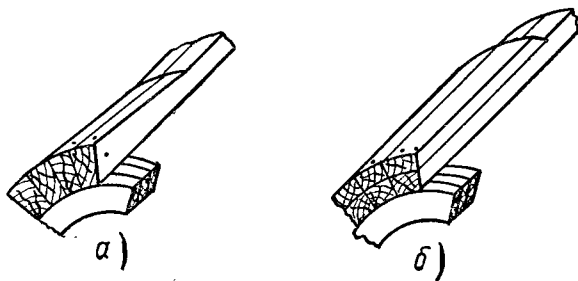
Фиг. 164. Установка планки для  
центровых пластин.



Фиг. 165. Разъемный барабан на рамках с полудисками:  
1 — рамка; 2 — полудиск (размеры см. в табл. 121).



Фиг. 166. Разъемный барабан на рамках с полукольцами  
1 — рамка; 2 — полукольцо (размеры см. в табл. 121).



Фиг. 167. Заготовка барабана:  
а — из клепки на ребро; б — из клепки в два слоя.

Для увеличения прочности крупных заготовок рекомендуется между кольцами ставить распорные рамки или бруски. У заготовок с закрытыми торцами крайние кольца набираются на диски (щиты). При фигурной поверхности заготовки клепки вырезаются по фиг. 167, а или набирается второй слой клепки по фиг. 167, б.

Размеры заготовок из клепки типа барабанов определяются по табл. 121.



Таблица 121

Размеры (мм) заготовок типа барабанов (см. фиг. 162—166)

Фигура	$D$	$a$	$a$	$b$	$c$	$h$	$B$	Количество слоев в кольце или диск	Количество сегмен- тов в одном ряду
162	300—500	80—90	—	35—40	50—55	—	—	2	—
165	300—500	90—100	—	35—40	50—55	40—45	100—110	2—3	—
163	500—1000	70—80	110	45—50	50—55	—	—	3—4	6
	1000—1500	90—105	120		55—60	—	—		8
	1500—2000	105—120	140		60—60	—	—		10
	2000—3000	120—140	150		60—65	—	—		12
	3000—4000	120—640	160		65—70	—	—		15
166	500—1000	90—105	110	45—50	50—55	45—50	110—120	3	6
	1000—1500	105—120	120		55—60	45—50	120—130		8
	1500—2000	120—140	140		60—50	50—60	140—150		10

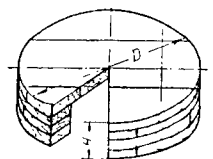
Применение различных конструкций заготовок в зависимости от размеров моделей приведено в табл. 122.

Таблица 122

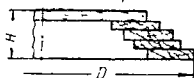
Применение различных конструкций заготовок в зависимости от размеров модели

	<p>Мелкие модели; части к мелким, средним и крупным моделям; части стержневых ящиков; знаки и модели прибылей. Для цилиндрических, конических, сферических моделей и частей к ним диаметром <math>D</math> до 400 мм и высотой <math>H</math> до 100 мм</p>
Тип 1	

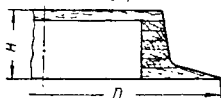
Таблица 122 (продолжение)



а)



б)

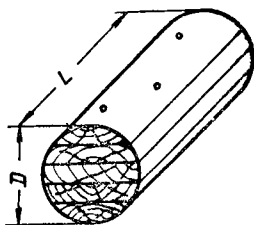


в)

Тип 2

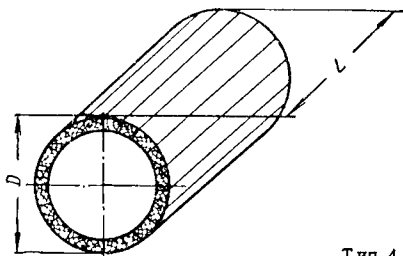
Мелкие, средние и крупные модели высотой  $H$  до 600 мм; части к средним и крупным моделям — приливы, ступицы, знаки, прибыли, части стержневых ящиков.

Для цилиндрических, конических, сферических моделей и частей к ним



Тип 3

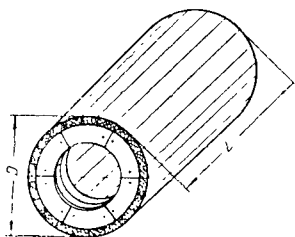
Неразъемные и разъемные, цилиндрические, конические и другой формы мелкие и средние модели диаметром  $D$  до 300 мм; части к моделям и стержневым ящикам, знаки и модели прибылей



Тип 4

Неразъемные и разъемные, цилиндрические, конические и другой формы средние и крупные модели диаметром  $D$  от 300 до 500 мм; части к средним и крупным моделям и стержневым ящикам, модели прибылей средних размеров

Таблица 122 (окончание)



Тип 5

Неразъемные и разъемные цилиндрические, конические и другой формы средние и крупные модели диаметром  $D$  свыше 500 мм; крупные части моделей и стержневых ящиков; крупные прибыли

Предельные размеры заготовок в мм

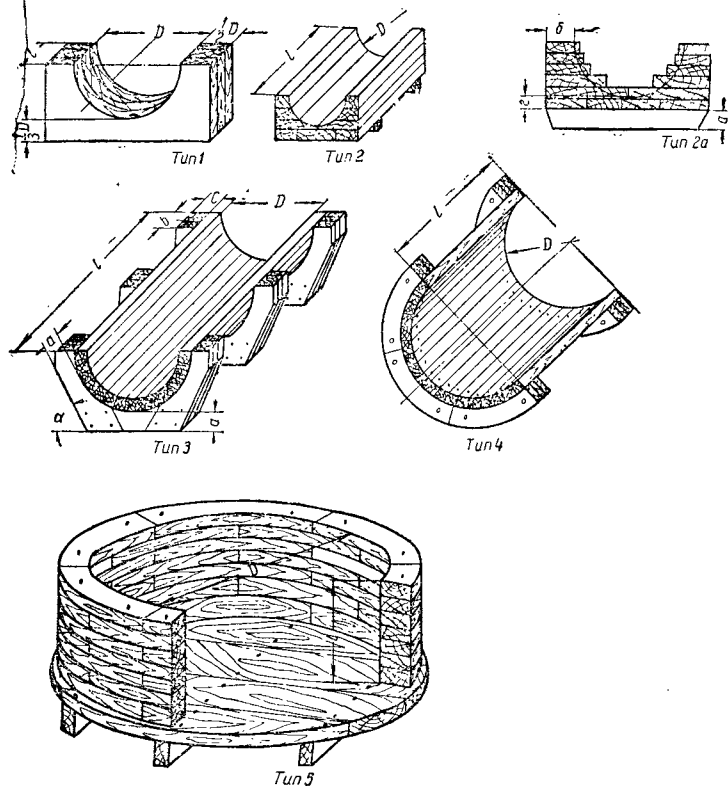
$D$	Н или L										
	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000 и выше
50	Тип 1										
100											
150											
200											
250											
300	Тип 2										
350											
400	Тип 3										
500											
600											
700	Тип 4										
800											
900											
1000 и выше	Тип 5										

## 6. ЗАГОТОВКИ КРУГЛЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЯЩИКОВ

Заготовки круглых стержневых ящиков в зависимости от конструкции делятся на пять типов (фиг. 168). Применение различных конструкций заготовок указано в табл. 123.

Заготовки типа 1 (фиг. 168) применяются для мелких стержней, когда длина  $l$  их равна или меньше диаметра  $D$ . Заготовка ящика выклеивается в три слоя. Средний слой располагается волокнами перпендикулярно волокнам наружных слоев, что предохраняет заготовку от коробления. Заготовки для низких ящиков единичной формовки допускается делать в два и в один слой.

$D, \text{ мм}$	$\xi, \text{ мм}$																		
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	2500	3000	свыше 3000
50																			
100																			
150																			
200																			
250																			
300																			
350																			
400																			
450																			
500																			
600																			
700																			
800																			
900																			
1000																			



Фиг. 168. Заготовки круглых стержневых ящиков. Применение различных типов заготовок показано в табл. 123, а размеры заготовок типа 3 — в табл. 124.

Таблица 124

Размеры (мм) хомутов круглых стержневых ящиков типа 3 (фиг. 168)

Размеры	D			
	200—350	351—500	501—700	701—1000
a	80—100	100—130	130—150	150
b	60	60—75	75—90	90—120
c	100	120	130	130

Заготовки типа 2 применяются для стержней, когда длина  $l$  их больше диаметра  $D$ . Заготовка выклеивается долевым массивом, на ребрах  $l$ . Расстояние между ребрами не должно превышать 800 мм. Для экономии пиломатериалов рекомендуется заготовки этого типа делать облегченными (типа 2а). Величина  $b$  в зависимости от размеров делается равной от 40 до 80 мм, а величина  $g$  не должна превышать 50 мм. Высоту ребер  $a$  рекомендуется делать равной от 40 до 80 мм, а ширину от 30 до 50 мм. Первый слой досок к ребрам прибивается гвоздями, но так, чтобы они не доходили до наружной поверхности на 5—10 мм. Все острые углы с наружных сторон притупляются фаской 5×5 мм.

Заготовки типа 3 применяются, когда диаметр стержня превышает 250 мм, а длина  $l$  — 400 мм. Количество хомутов ставится в зависимости от длины заготовки из расчета, что расстояние между ними должно быть не более 800 мм. Угол  $\alpha$  равен 60°. Толщина клепки 45—50 мм. Размеры хомутов определяются по табл. 124.

Для заготовок типа 3 диаметром до 350 мм хомуты могут быть изготовлены в один слой на шипах из досок толщиной 50—60 мм. Хомуты склеиваются на казеиновом, мездровом или костном клее и пробиваются нагелями. Клепка набирается на клей и пробивается гвоздями. Острые кромки с внешней стороны притупляются фаской 5×5 мм.

Заготовки типа 4 изготавливаются так же, как и заготовки типа 3, но вместо хомутов ставятся обточенные кольца из расчета обработки полости ящика вручную. Толщину колец рекомендуется делать равной 90—120 мм, ширину 120—140 мм. Кольца пробиваются нагелями.

Заготовки типа 5 применяются, когда высота  $l$  ящика меньше диаметра  $D$  и не больше 500 мм. О заготовке колец см. выше, в разделе «Круглые заготовки». Кольцо с поддоном соединяется на дюбелях или в заточку.

Для ящиков диаметром более 1000 мм хомуты рекомендуется делать в виде рамок в 3 слоя (фиг. 169).

На фиг. 170—177 представлены некоторые конструкции стержневых ящиков. Способы крепления разъемных соединений круглых стержневых ящиков указаны в табл. 125.

Таблица 125

Способы крепления разъемных соединений круглых стержневых ящиков

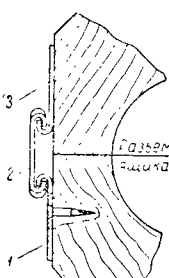
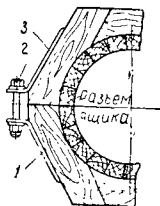
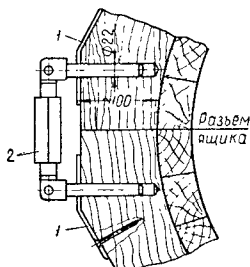
	<p>Крепление разъемного соединения мелких стержневых ящиков гнутыми скобами:</p> <p>1 — левый схват; 2 — скоба; 3 — правый схват</p>
---	--

Таблица 125 (окончание)



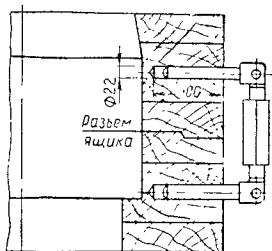
Крепление разъемного соединения средних и крупных стержневых ящиков прутковыми болтовыми схватами:

1 — левый схват; 2 — болт;  
3 — правый схват

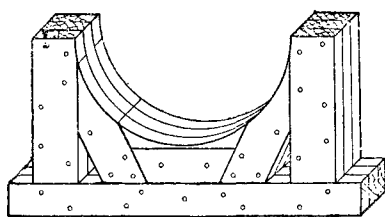


Крепление разъемного соединения средних и крупных стержневых ящиков быстродействующими винтовыми скобами:

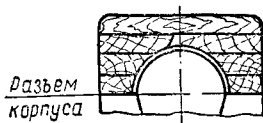
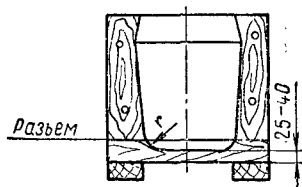
1 — пластины; 2 — винтовая скоба



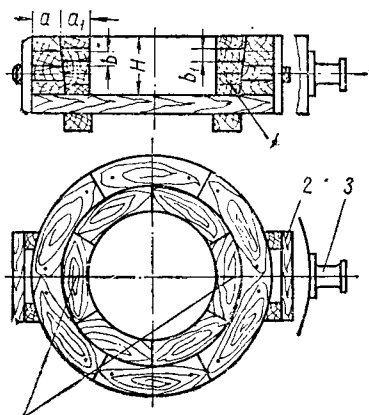
Крепление горизонтального разъема колец кольцевого стержневого ящика винтовыми скобами



Фиг. 169. Заготовка хомута для крупных стержневых ящиков.



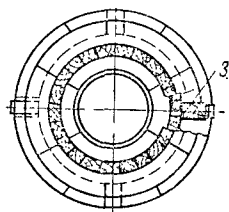
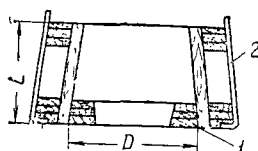
Фиг. 170. Разъемный стержневой ящик. Галтель радиуса  $r$  выполняется в отъемном дне стержневого ящика.



Разъем

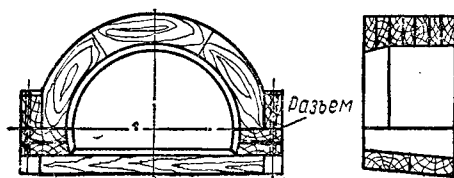
Фиг. 171. Вытряхной стержневой ящик с отъемным разрезным кольцом 1.

Размеры  $a_1 = 0,5 a$ ;  $b_1 < b$ ;  $H$  — высота внутреннего кольца не меньше трех слоев. Мелкие ящики изготавливаются с ручками 2 для кантовки вручную — с металлическими цапфами 3 для кантовки краном.



Фиг. 173. Неразъемный конусный стержневой ящик из клепок на кольцах. Размеры:  $D=360$  мм и выше;  $L=400 \div 700$  мм:

1 — отъемное кольцо из двух частей; 2 — полосовые подбелы; 3 — ребра жесткости.

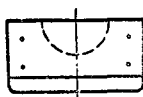
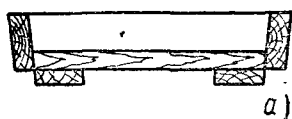
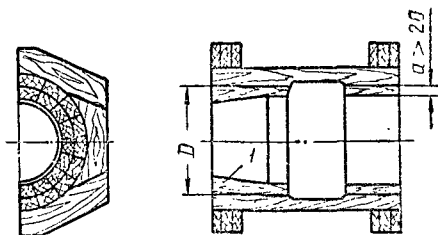


Фиг. 172. Полукольцевой разъемный ящик средних размеров. Половины ящика спариваются на дюбелях. Крепление разъемного соединения производится металлическими клиновыми креплениями или болтами.

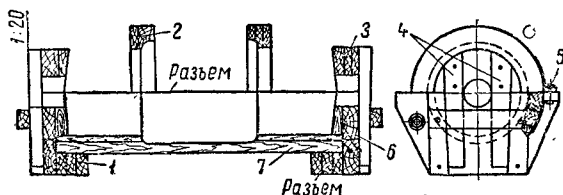


Фиг. 174. Стержневой ящик из двойной клепки на хомутах. Диаметр  $D=300$  мм и выше.

1 — второй слой клепки.

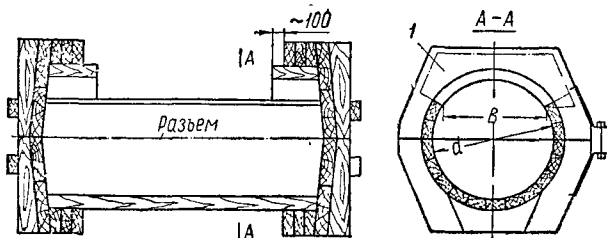


Фиг. 175. Стержневой ящик для набивки стержней по половинкам для последующей их склейки (а); вариант конструкции ящика с отъемными вставками 1 (б).



Фиг. 176. Стержневой ящик крупных размеров для набивки верхней части стержня по шаблонам:

1 — хомуты; 2 — отъемные полукольца на дюбелях и болтовых схватах 5; 3 — верхние торцовые части; 4 — шпонки, фиксирующие верхние отъемные части 3; 6 — торцовые части; 7 — клепка.



Фиг. 177. Стержневой ящик средних и крупных размеров для горизонтальной набивки стержня через окно. Ширина окна  $B$  около  $\frac{3}{4} d$ ; разъем на дюбелях и болтовых схватах или на винтовых скобах; 1 — шаблон (сгребок).

## 7. ЗАГОТОВКИ КОРОБЧАТЫХ СТЕРЖНЕВЫХ ЯЩИКОВ

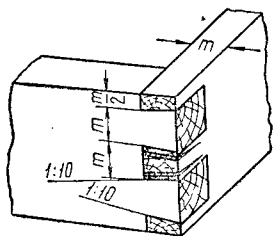
В практике изготовления стержневых ящиков имеет широкое распространение коробчатая форма. Коробка представляет собой корпус стержневого ящика, который может быть изготовлен глухим во всех углах или разъемным в двух или во всех углах. К коробкам предъявляются требования жесткости, легкости и удобства в эксплуатации при набивке стержней. Кроме того, они должны быть нетрудоемки в изготовлении.

Способы вязки неразъемных углов коробок стержневых ящиков показаны на фиг. 178—182.

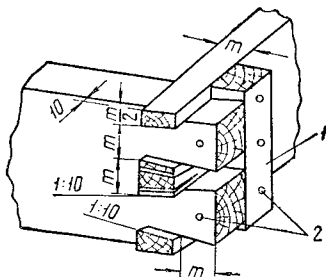


Фиг. 178. Бесшпиковые соединения угла:

*а* — шурупами; *б* — круглыми нагелями. Соединение *а* применяется для мелких стержневых ящиков и только единичных отливок, а соединение *б* — для мелких и средних стержневых ящиков.



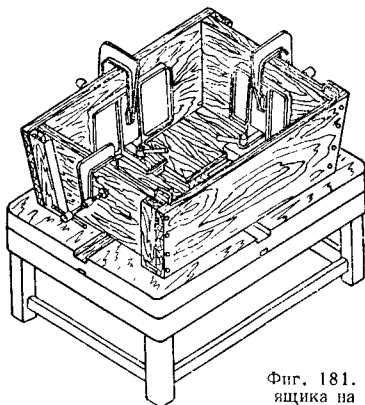
Фиг. 179. Соединение угла косыми шипами. Сборка производится на клей, шипы расклиниваются клиньями. Рекомендуется применять для мелких стержневых ящиков единичных отливок.



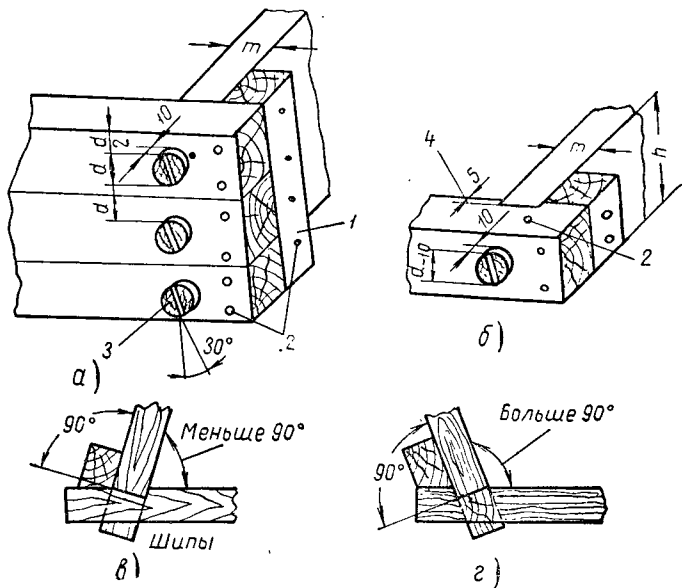
Фиг. 180. Прочное соединение угла косыми шипами, усиленное шпункой 1 и нагелем 2. Рекомендуется применять для средних и крупных стержневых ящиков.

Наиболее прочным и плотным соединением углов, почти исключая разметку, ручные операции — долбление и подгонку при сборке, является вязка углов на круглых фрезерованных шипах. Соединение на круглых шипах возможно осуществить, однако, при наличии специального двухшпиндельного фрезерного станка.

Прочным является и крепление углов на нагелях. Нагели забиваются под углом. Для сборки требуется специальный стол, угольники и струбцины (фиг. 181).



Фиг. 181. Сборка стержневого ящика на специальном столе.



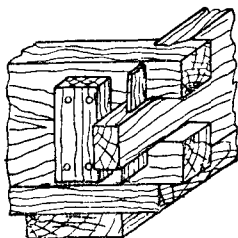
Фиг. 182. Прочные и плотные соединения углов круглыми фрезерованными шипами:

а — угол усилён шпонкой 1 и нагелями 2, шипы расклинены клиньями 3;  
б — угол с одним шипом, усиленный пазом 4 и нагелем 2, применяется для стержневых ящиков высотой  $h$  до 100 мм; в — конструкция угла меньше  $90^\circ$ ;  
г — конструкция угла больше  $90^\circ$ . Шипы и отверстия выполняются на специальном двухшпиндельном фрезерном станке.

		Диаметр $d$ шипов (мм):					
$m \dots$	35	40	45	50	55	60	
$d \dots$	35—10	40—10	45—10	50—10	55—10	60—10	

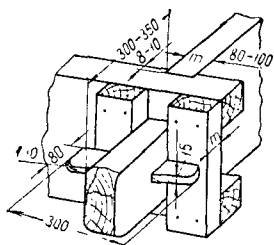
Таблица 126

## Способы крепления разъемных углов коробчатых стержневых ящиков



Крепление угла вертикальным клином

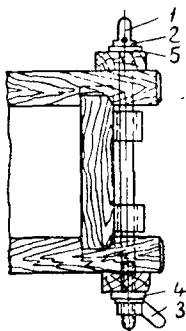
Применяется в индивидуальном производстве для очень низких стержневых ящиков



Крепление угла горизонтальным клином

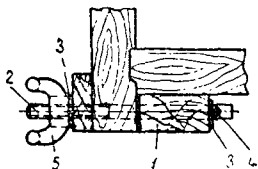
При высоте ящика до 500 мм крепление однорядное, от 500 до 1000 — двухрядное, свыше 1000 мм — трехрядное

Применяется в индивидуальном производстве



Крепление двух углов разъемного ящика болтовыми стяжками: 1 — болт; 2 — щека; 3 — чугунный барашек; 4 — чугунная накладка под барашек; 5 — чугунная накладка под щеку

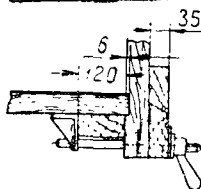
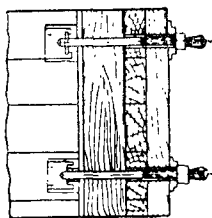
Крепление применяется для стержневых ящиков размерами от 300×300 до 400×400 мм в серийном производстве



Крепление угла болтовыми стяжками через накладку: 1 — болт; 2 — щека; 3 — шайба; 4 — чека; 5 — литой барашек

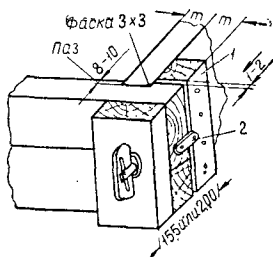
Крепление применяется для средних и крупных стержневых ящиков в индивидуальном и серийном производстве

Таблица 126 (продолжение)



Крепление угла болтовыми стяжками с угольником

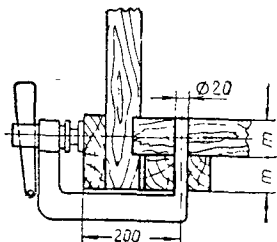
Применяется для стержневых ящиков размерами 500×500 мм и выше в серийном производстве



Быстросъемное клиновое металлическое крепление разъемного угла через накладку 1

Крепление рекомендуется иметь на стержневых участках литейных цехов и не поставлять с каждым ящиком. Для удобства транспортировки и хранения ящиков ставятся штампованные крючки 2

Крепление применяется для стержневых ящиков индивидуального и серийного производства взамен деревянного клинового крепления

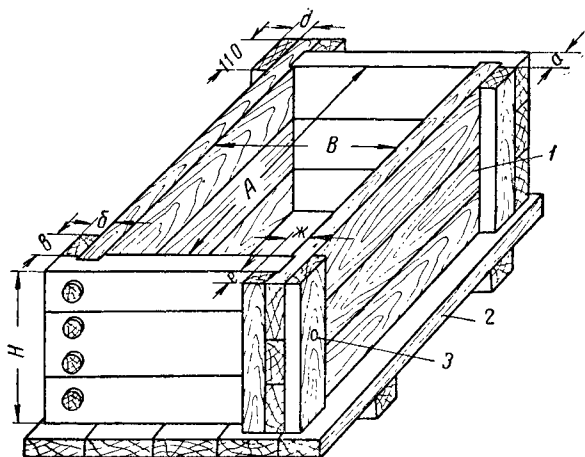


Быстросъемное крепление угла клиновой струбциной

Крепления разъемных углов коробчатых стержневых ящиков приведены в табл. 126.

В практике модельщики по своему усмотрению выбирают размеры деталей коробок ящиков, вследствие чего нередко ящики получаются тяжеловесными или, наоборот, не имеют необходимой прочности.

В табл. 127 приведены наиболее рациональные размеры деталей ящика (фиг. 183). Для предупреждения прогиба стенок ящиков рекомендуется стягивать их посередине болтовыми стяжками



Фиг. 183. Общий вид коробки стержневого ящика:

1 — корпус; 2 — поддон; 3 — отверстие для металлического клинового крепления (выполняется при высоте ящика  $H > 500$  мм в два ряда, размеры см. в табл. 127).

Таблица 127

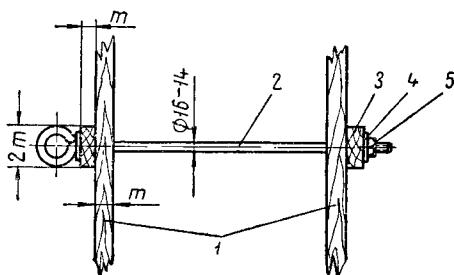
Размеры (мм) деталей ящиков (см. фиг. 183)

A	B	H	a	б	в	г	д	ж
до 500	до 500	до 300	35	40	55	8	40	75
500—800	500—800	300—500	40—45	40	55	80	45	110—115
800—1500	800—1500	500—1000	50	50	50	100	50	105

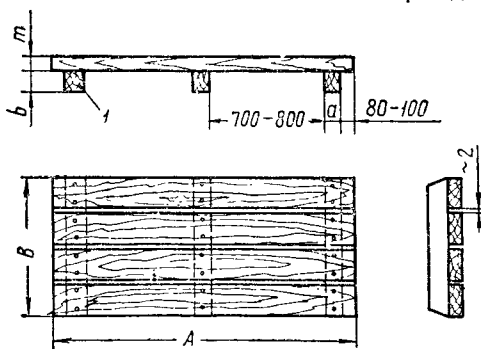
(фиг. 184). Стяжки ставятся, когда длина стенок  $l$  превышает 800 мм. При высоте ящика более 900 мм рекомендуется ставить два ряда стяжек.

Фиг. 184. Установка болта-стяжки;

1 — стенки ящика; 2 — болт-стяжка; 3 — прокладка; 4 — шайба; 5 — гайка.



Поддоны к ящикам рекомендуется изготовлять со щелями влажности (фиг. 185). Размеры поддонов приведены в табл. 128.



Фиг. 185. Поддон к стержневому ящику (размеры см. в табл. 128).

Способы крепления корпусов стержневых ящиков к поддонам представлены в табл. 129.

Коробки стержневых ящиков с размерами сторон  $1500 \times 1500$  мм и высотой 1000 мм и выше для облегчения разъема ящика рекомен-

Таблица 128

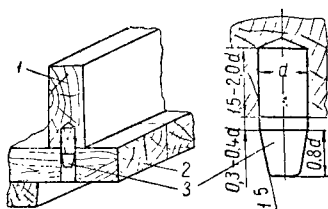
Размеры (мм) поддонов к стержневым ящикам (см. фиг. 185)

A	B	m	a	b	Количество ребер 1
до 800	до 800	30	50	80	2
801—1000	801—1000	40	50	80	2
1001—1700	1001—1700	50	50	90	3
1701—2500	1001—1700	50	50	100	4
2501—3400	1701—2000	50	60—70	120	5

дуется делать разъемными во всех четырех углах. Когда стенки ящика закрываются внутренними вставками (вкладышами), образующими форму стержня, рекомендуется стенки делать не сплошными, а решетчатыми, т. е. с просветами на ширину доски (фиг. 186).

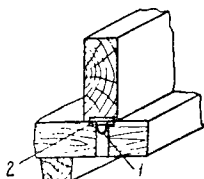
Таблица 129

## Способы крепления корпусов стержневых ящиков к поддонам



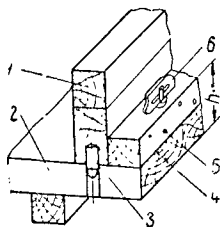
Соединение на деревянных дюбелях: 1 — корпус ящика; 2 — поддон; 3 — дюбель

Применяется для небольших ящиков в индивидуальном производстве



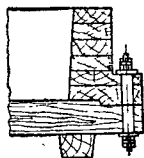
Соединение на металлических штырях: 1 — штырь; 2 — шайба

Применяется для небольших ящиков при больших партиях отливок



Металлическое клиновое крепление: 1 — корпус ящика; 2 — поддон; 3 — дюбель; 4 — брус; 5 — нагели; 6 — клиновое приспособление

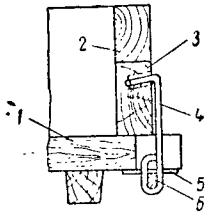
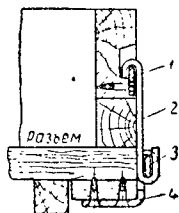
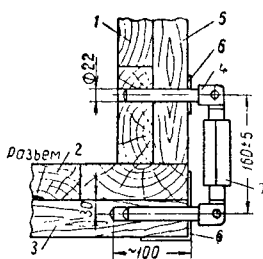
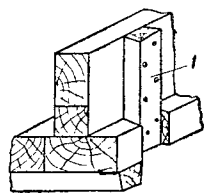
Применяется при изготовлении небольших партий стержней



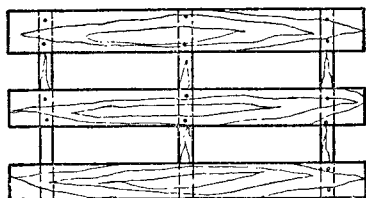
То же для круглых стержневых ящиков (крепёжное приспособление находится на стержневом участке литейного цеха)



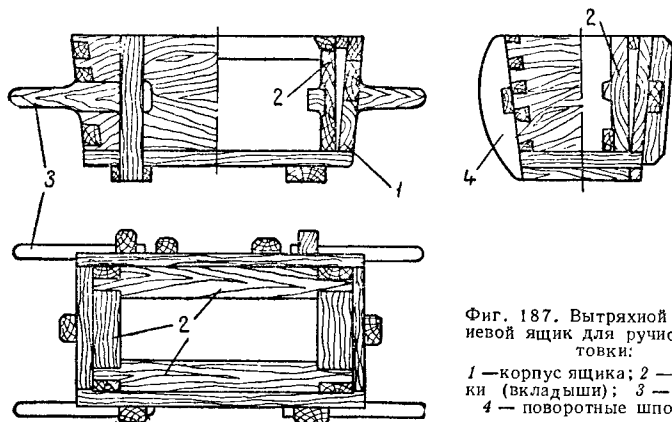
Таблица 129 (окончание)

	<p>Пруtkово-клиновое крепление: 1 — поддон; 2 — корпус ящика; 3 — втулка; 4 — крючок; 5 — пластина; 6 — клин</p>
	<p>Пластинчато-клиновое крепление: 1 — пластина; 2 — крюк; 3 — клин; 4 — петля. Применяется при изготовлении крупных партий стержней</p>
	<p>Быстрodeйствующее крепление винтовой скобой: 1 — корпус ящика; 2 — поддон; 3 — ребро поддона; 4 — винтовая скоба; 5 — шпонка; 6 — пластина и угольник; 7 — гайка, имеющая правую и левую трапецидальную резьбу. Применяется в индивидуальном и серийном производстве</p>
	<p>Соединение на направляющих брусках (шпонках) 1. Ставится по две шпонки на две противоположные стенки по ходу разъема стержневого ящика. Применяется для крупных ящиков</p>

Сборка и разборка тяжелых частей стержневого ящика производится при помощи крана, поэтому все эти части должны быть снабжены подьемами.



Фиг. 186. Сблеченная конструкция поддонов или стенок ящиков, перекрываемых закладками.



Фиг. 187. Вытряхной стержневой ящик для ручной кантовки:

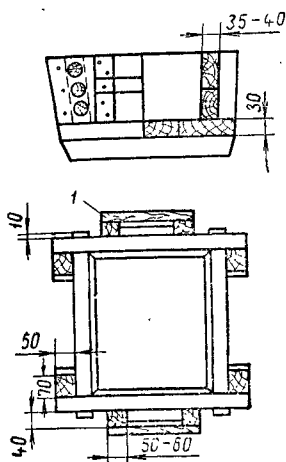
1 — корпус ящика; 2 — вставки (вкладыши); 3 — ручки; 4 — поворотные шпонки.

*Вытряхными* называются такие стержневые ящики, корпус которых представляет собой конусную коробку с неразъемными углами, а форма стержня образуется вставками (вкладышами). Уклоны на стенках рекомендуется делать 1:10. Для извлечения стержня ящик переворачивается стороной набивки на сушильную плиту, коробка ящика снимается со стержня, а вкладыши остаются на стержне и затем убираются в стороны.

Вытряхные ящики применяются в тех случаях, когда стержень укладывается на сушильную плиту плоскостью со стороны набивки или когда требуется набить большое количество стержней. Вытряхные ящики более прочные, а жесткость их конструкции обеспечивает правильность размеров стержней.

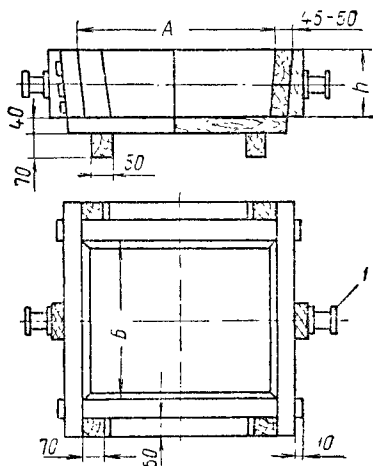
Вытряхные коробки ящиков должны иметь специальные устройства для кантовки и снятия со стержня. Для этой цели к мелким ящикам для ручной кантовки крепятся рукоятки, а на средние и крупные коробки устанавливаются металлические цапфы для работы при помощи крана.

Основные конструкции вытряхных ящиков приведены на фиг. 187—190.



Фиг. 188. Корпус вытряхного ящика с прочными углами на круглых шипах для мелких стержней:

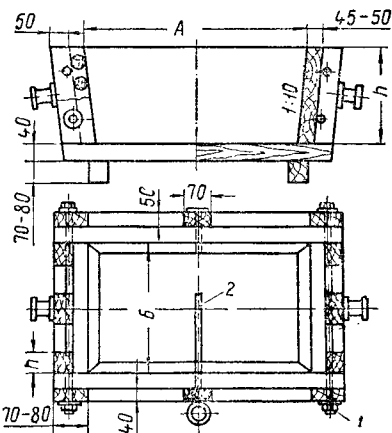
1 — ручки для кантовки.



Фиг. 189. Корпус вытряхного ящика для средних и крупных стержней. Размеры:  $A \times B \times h$  = от  $500 \times 500 \times 200$  до  $1000 \times 1000 \times 500$  мм:

1 — металлические цапфы для кантовки при помощи крана.

Фиг. 190. Корпус вытряхного стержневого ящика для средних и крупных стержней. Размеры  $A \times B \times h$  = от  $500 \times 500 \times 200$  до  $1000 \times 1000 \times 500$  мм. Ящик предназначен для набивки крупной партии стержней. Для увеличения прочности корпус крепится болтами 1. При высоте ящика  $h$  до 400 мм ставятся два болта, при высоте свыше 400 мм — четыре болта. При длине или ширине ящика 800 мм и свыше ставятся болты-стяжки 2.



#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Егаренков И. П. Модельное производство. М., Машгиз, 1956.
- Гиммельман Н. Р., Голендухин А. В. и Кочуров А. С. Технологические процессы изготовления моделей, часть II. Свердловск, Машгиз, 1955.

## РАЗНАЯ ОСНАСТКА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ К ДЕРЕВЯННЫМ МОДЕЛЯМ

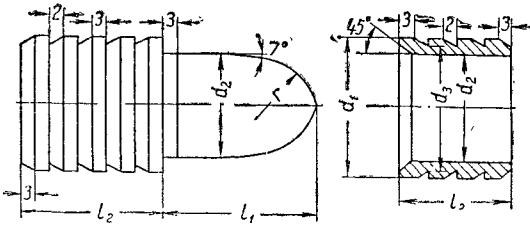
В этой главе содержатся сведения о разной оснастке и приспособлениях, применяемых в модельных цехах машиностроительных заводов. Дается таблица по выбору подъемов, конструкция и размеры которых проверены многолетней практикой работы на Уралмашзаводе.

### 1. ШТЫРИ И ДЮБЕЛЯ ДЛЯ СПАРИВАНИЯ

Для спаривания моделей и стержневых ящиков для единичных отливок применяются дюбеля (шканты) из твердых пород дерева. При больших количествах отливок рекомендуется применять металлические точеные дюбеля (табл. 130) или стальные точеные штыри

Таблица 130

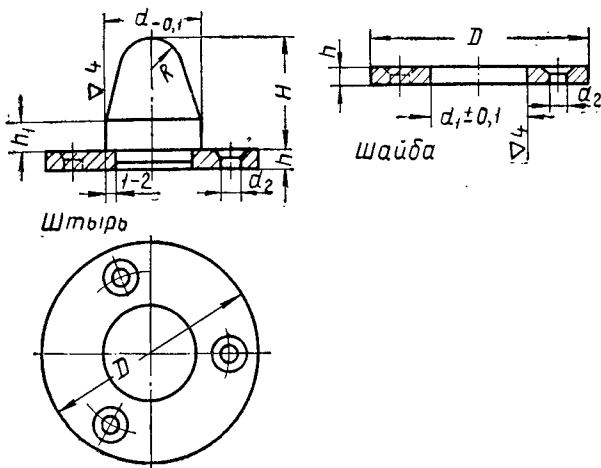
Размеры (мм) металлических точеных дюбелей



$d_1$	$d_2$	$d_3$	$l_1$	$l_2$
10	7	8,5	10	15
12,5	9	11	12	16
16	12	14	14	18

Таблица 131

Размер (мм) стальных точеных штырей с приваренным фланцем  
и точеных шайб



$D$	$d$	$d_1$	$H$	$h$	$h_1$	$R$	$d_2$
30	9	9,1	15	3	4	3	4
40	16	16,2	20	4	5	5	5
50	22	22,3	25	4	7	7,5	5

с цельным или приваренным фланцем и точеные шайбы (табл. 131). Фланец и шайба врезаются в соединяемые части и крепятся шурупами.

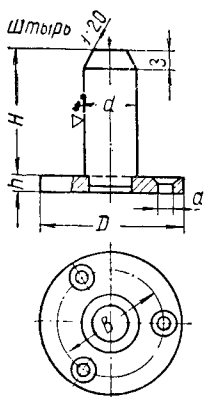
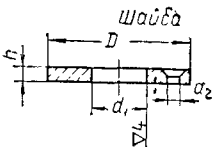
Штыри для установки стояков и выпоров (табл. 132) применяются удлиненные, цельноточеные или с приваренными штампованными фланцами.

## 2. КРЕПЕЖНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

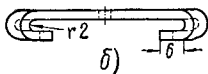
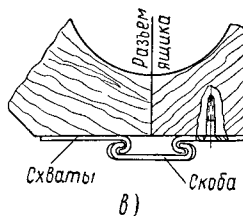
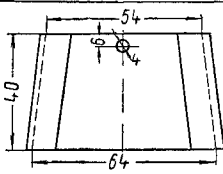
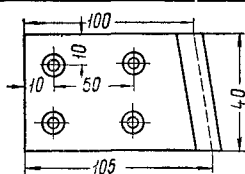
Для разъемных стержневых ящиков применяются самые разнообразные крепежные приспособления. Для мелких стержневых ящиков, изготовленных из массивной заготовки или кольца, рекомендуется применять гнутые скобы из трехмиллиметрового железа. Конструкция этих скоб показана на фиг. 191. Крепление скобами просто в изготовлении и удобно в эксплуатации. Левый и правый схваты крепятся к половинкам ящика шурупами или гвоздями и соединяются скобой.

Таблица 132

Размеры (мм) штырей для стояков и выпоров

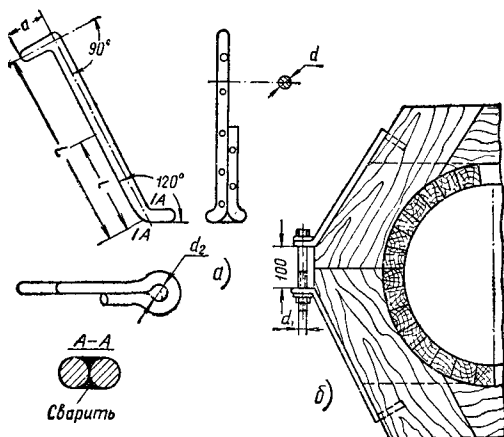
$D$	$d$	$d_1$	$H$	$h$	$d_2$	$B$
30	5,5	6	20	3	4	20
40	9,5	10	25	3	5	30
40	14,5	15	30	4	5	30



Фиг. 191. Гнутые скобы:

а — схваты; б — скоба; в — крепление в собранном виде.

Для крупных стержневых ящиков рекомендуется применять болтовые схваты (фиг. 192). Эти схваты изготавливаются кузнечным способом. Размеры их в зависимости от величины ящика приведены в табл. 133. Схваты крепятся к хомутам и кольцам ящиков шурупами или крупными гвоздями и стягиваются болтом. Преимущество болтовых схватов заключается в том, что петли при стягивании не разгибаются и позволяют прочно стягивать разъем ящиков.



Фиг. 192. Болтовые схваты для крепления разъемов крупных стержневых ящиков (а) и крепление в собранном виде (б) (размеры см. в табл. 134).

Таблица 133

Размеры (мм) болтовых схватов (см. фиг. 192)

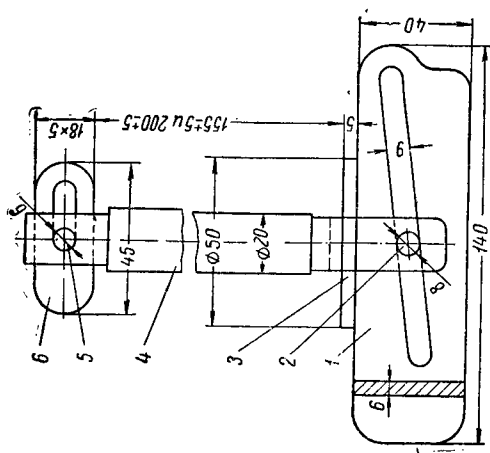
Диаметр ящика	L	l	a	d	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
400— 800	300	150	60	16	16	18
801—1200	400	200	80	16	16	18
1201—1600	500	250	100	20	20	22

**Винтовая скоба** (фиг. 193) является быстродействующим и удобным в работе крепежным приспособлением. Винтовые скобы рекомендуются применять для крепления разъемных соединений круглых стержневых ящиков средних и крупных размеров и для крепления поддонов к корпусам стержневых ящиков. Винтовые скобы рекомендуется иметь на стержневых участках литейного цеха и не поставлять с каждым стержневым ящиком.

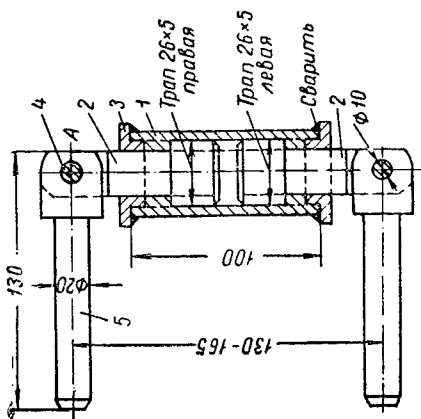
В модельном цехе под скобы сверлятся отверстия по кондуктору и ставятся стандартные пластины. Для единичных отливок пластины можно не ставить.

Для соединения разъемных углов коробов ящиков и для других соединений рекомендуется **клиновое крепление** (фиг. 194). Преимущества этого крепления заключаются в том, что оно не поставляется в литейный цех с каждым стержневым ящиком, а находится на рабочем месте стерженщика, который пользуется этим креплением во время набивки стержня.

При изготовлении большого количества стержней для крепления поддона к корпусу рекомендуется клиновое крепление, изображенное



Фиг. 194. Металлическое клиновое приспособление для крепления разъемных соединений: 1 — клин; 2 и 5 — шпильки; 3 — шайба; 4 — стержень; 6 — защелка.



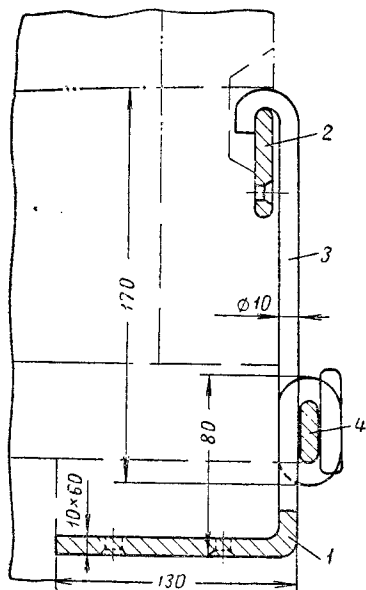
Фиг. 193. Винтовая скоба:

1 — чайка из шестигранного прката с правой и левой резьбой; 2 — винты правый и левый; 3 — колпак; 4 — шпилька; 5 — вилка.

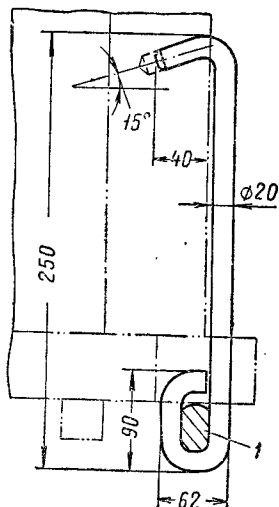


на фиг. 195. Скоба 1 укрепляется к поддону, а пластина 2 к стенке ящика на шурупах или гвоздях. Крюк 3 съемный, натяжка производится клином 4. Клиновые крепления являются быстродействующими и удобными в работе.

При изготовлении единичных стержней рекомендуется применять для крепления поддонов к корпусам ящиков съемный крючок с клином (фиг. 196). Для этой цели в стенке ящика по кондуктору сверлится отверстие, а в поддоне выре-



Фиг. 195. Клиновое крепление:  
1 — скоба; 2 — пластина; 3 — крюк;  
4 — клин.



Фиг. 196. Съемный крючок  
с клином 1.

зается паз для крючка. Это крепление также находится на рабочем месте стерженщика.

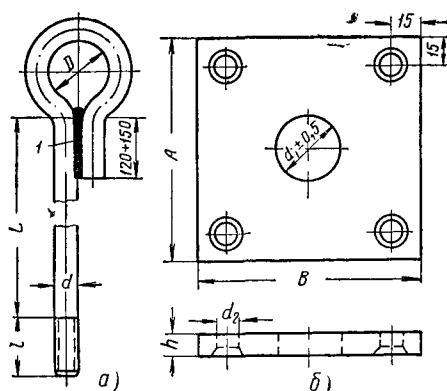
Резьбовые крепления применять не рекомендуется, так как в условиях литейных цехов резьбы быстро забиваются и, кроме того, пользование ими отнимает много времени у стерженщиков.

### 3. ПОДЪЕМЫ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ИЗ ФОРМЫ

Подъемы должны быть удобными при формовке и прочными. Обрыв подъемов при извлечении средних и крупных моделей из формы часто влечет поломку и модели и формы.

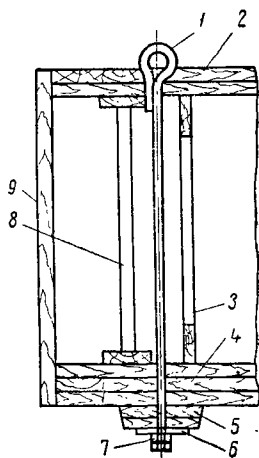
Болтовой подъем показан на фиг. 197, а рекомендуемые размеры болтовых подъемов приведены в табл. 134.

Способ установки болтовых подъемов показан на фиг. 198.



Фиг. 197. Болтовой подъем (а) и пластина под болтовой подъем (б) (размеры см. в табл. 134).

Полосовые подъемы рассчитаны на самые разнообразные модели. На фиг. 199 показаны конструкции полосовых подъемов, а в табл. 135 — их размеры.



Фиг. 198. Установка болтового подъема на крупной модели:

1 — подъем; 2 — верхняя рама; 3 — рама для жесткости; 4 — нижняя рама; 5 — брус; 6 — пластина; 7 — гайки; 8 — стойка для жесткости; 9 — обшивка модели.

Таблица 134

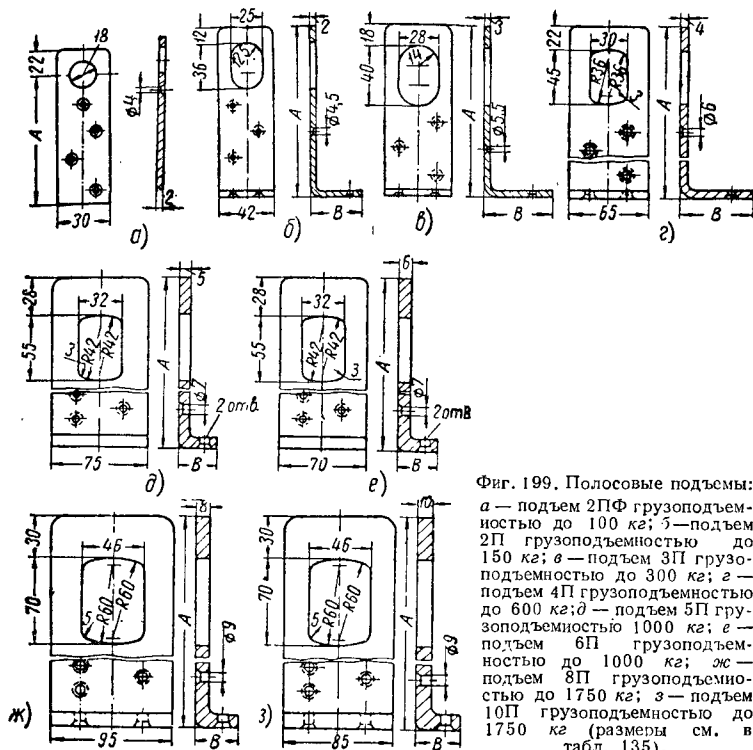
Размеры (мм) болтовых подъемов для средних и крупных моделей (см. фиг. 197)

Грузоподъемность, кг	$d$	$D$	$L$	$l$	$A$	$B$	$h$	$d_1$	$d_2$
1350	12	45	до 1000	40	80	80	6	14	4
2400	16	60	500—1500	40	100	100	8	18	5
3700	20	60	500—1500	50	125	100	8	22	5
5300	24	70	750—2000	60	140	130	8	26	6
8500	30	80	1000—4000	60	160	150	10	32	7
12200	36	90	1500—4000	80	200	200	10	38	8

Примечание. Грузоподъемность складывается из веса модели и силы сцепления модели с формой, равной примерно 1200 кг на 1 м<sup>2</sup> боковой поверхности.

При выборе конструкции подъема и количества подъемов можно руководствоваться табл. 136.

Для мелких моделей применяются пластинчатые и ершовые подъемы.



Фиг. 199. Полосовые подъемы:

а — подъем 2ПФ грузоподъемностью до 100 кг; б — подъем 2П грузоподъемностью до 150 кг; в — подъем 3П грузоподъемностью до 300 кг; г — подъем 4П грузоподъемностью до 600 кг; д — подъем 5П грузоподъемностью 1000 кг; е — подъем 6П грузоподъемностью до 1000 кг; ж — подъем 8П грузоподъемностью до 1750 кг; з — подъем 10П грузоподъемностью до 1750 кг (размеры см. в табл. 135).

Таблица 135

Размеры (мм) полосовых подъемов (см. фиг. 199)

Обозначение подъема (в скобках пози- ция на фиг. 199)	A + B	Количе- ство от- верстий под шурупы	Шурупы	Грузо- подъем- ность, кг
2ПФ (а)	50—100	3—4	3,5×26	100
2П (б)	100—250	3—6	4×30	150
3П (в)	150—500	5—8	5×50	300
4П (г)	200—1000	6—10	5×60	600
			5×70	
5П (д)	250—1500	7—12	6×70	1000
6П (е)	250—1500	7—12	6×70	1000
8П (ж)	250—1500	7—12	8×85	1750
10П (з)	250—1500	7—12	8×85	1750



Таблица 136 (окончание)

Наибольшая глубина за- глубина модели в форме	Диаметр модели, мм		300	600	900	1200	1500	1900	2200	2800	3400	4100	5000	
	Полусумма длинны и ширины модели, мм		250	500	750	1000	1250	1500	1750	2250	2750	3250	4000	5500
1500	Р Конструкция подье- ма и количество подъемов		1800 5П-2 16Б-1	3600 5П-4 8П-2 20Б-1	5400 8П-4 20Б-2	7200 8П-4 20Б-2	9000 24Б-2	10800 30Б-2	12600 30Б-2	16200 24Б-4	19800 24Б-4	23400 30Б-4	28800 30Б-4	39600 36Б-4
2000	Р Конструкция подье- ма и количество подъемов			4800	7200 20Б-2	9600	12000	14400	16800	21600	26400	31200	38400	
2500	Р Конструкция подье- ма и количество подъемов			24Б-1	30Б-1	24Б-2	30Б-2	30Б-2	30Б-2	30Б-4	30Б-4	30Б-4	36Б-4	
3000	Р Конструкция подье- ма и количество подъемов			6300	9000	12000	15000	18000	21000	27000 36Б-2	33000	39000	48000	
4000	Р Конструкция подье- ма и количество подъемов			30Б-1	24Б-2	30Б-2	30Б-2	36Б-2	24Б-4	30Б-4	30Б-4	36Б-4	36Б-4	
				7200	10800	14400	18000	21600	25200	32400	39600			
				30Б-1	30Б-2	30Б-2	36Б-2	36Б-2	30Б-4	30Б-4	36Б-4			
					14400	19200	24000	28800	33600	43200				
					30Б-2	36Б-2	36Б-2	30Б-4	30Б-4	36Б-4				

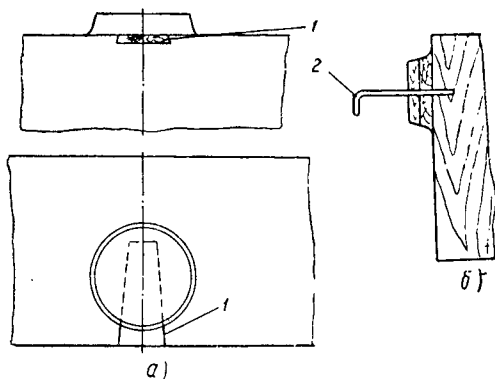
Примечание. Пример обозначения конструкции болтового подъема с диаметром 16 мм (см. табл. 134) при количестве подъемов 2: 16Б-2.

Пример обозначения конструкции полосового подъема с толщиной пластины 3 мм при количестве подъемов 4: 3П-4.



## 5. ШПИЛЬКИ

Крепление отъемных боковых частей к моделям производится шпонками или шпильками. Шпонка 1 (фиг. 201, а) изготавливается из дерева твердой породы и крепится к приливу при помощи клея и шурупов. На фиг. 201, б показано крепление прилива к модели шпилькой 2. Шпильки изготавливаются из проволоки. Рекомендуемые размеры шпилек указаны в табл. 137.

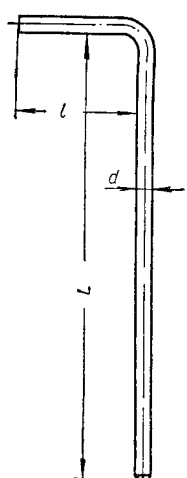


Фиг. 201. Установка боковых отъемных частей:

а — на шпонке 1; б — на шпильке 2 (размеры шпилек см. в табл. 137).

Таблица 137

Размеры (мм) шпилек

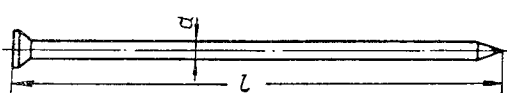
	<i>d</i>	<i>L</i>	<i>l</i>
	3	100	30
	3	170	30
	5	150	40
	5	200	40
	8	150	50
	8	225	50
	10	150	50
	10	250	50
	12	300	60
	16	350	70

## 6. ГВОЗДИ

Гвозди (табл. 138) применяются для сборки и неразъемного крепления частей деревянных моделей и стержневых ящиков.

Таблица 138

Гвозди проволочные круглые строительные с конической головкой  
(ГОСТ 4028—48)



$d \times l$ , мм	Вес 1000 шт., кг	$d \times l$ , мм	Вес 1000 шт., кг	$d \times l$ , мм	Вес 1000 шт., кг
1,8×30	0,61	2,5×50	1,81	4,5×125	15,7
1,8×35	0,712	2,5×70	2,17	5×150	23,2
1,8×40	0,81	3×70	3,95	5,5×175	32,8
1,8×60	1,2	3×80	4,5	6×200	43,9
2×40	1,01	3,5×80	6,15	7×225	68,0
2×45	1,13	3,5×90	6,9	8×250	98,6
2,2×45	1,37	4×100	9,9		
2,2×50	1,52	4×110	10,9		

## 7. ШУРУПЫ И ГЛУХАРИ

**Шурупы.** Шурупы (табл. 139) применяются для сборки и разъемного и неразъемного крепления частей деревянных моделей и стержневых ящиков, а также для крепления заготовок при механической обработке.

**Глухари.** Применяются для тех же целей, что и шурупы (табл. 140 и 141).

## 8. БОЛТЫ, ГАЙКИ, ШАЙБЫ И ВИНТЫ

Болты, гайки, шайбы и винты применяются для тех же целей, что шурупы и глухари. Размеры их регламентированы стандартами:

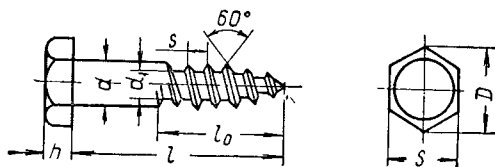
Болты чистые . . . . .	ГОСТ	7805—57
Болты получистые . . . . .	ГОСТ	7798—57
Гайки черные с шестигранной головкой . . . . .	ГОСТ	5909—51
Гайки с квадратной головкой . . . . .	ГОСТ	5910—51
Гайки получистые . . . . .	ГОСТ	5915—51
Гайки чистые . . . . .	ГОСТ	5926—51
Шайбы черные . . . . .	ГОСТ	6958—54
Шайбы чистые . . . . .	ГОСТ	6959—54
Винты с потайной головкой . . . . .	ГОСТ	1490—58





Таблица 140

## Глухари с шестигранной головкой (ГОСТ 1432—42)



Пример условного обозначения глухаря диаметром  $d=10$  мм и длиной  $l=120$  мм: глухарь 10×120

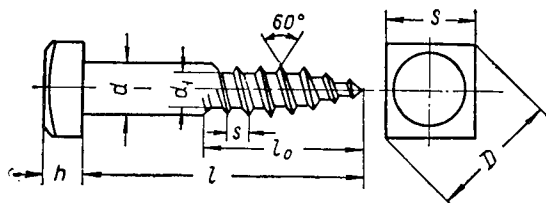
Размеры в мм

$d$	6	8	10	12	16	20
$d_1$	4,6	5,9	7,6	9,6	12,8	16
$s$	2,6	3,5	4,5	5	6	8
$S$	11	14	17	22	27	32
$h$	4	5,5	7	8	10,5	13
$D$	12,7	16,2	19,6	25,4	31,2	36,9

$l$	Минимальная длина нарезанной части $l_0$					
35	20	—	—	—	—	—
40	22	22	22	—	—	—
50	28	28	28	—	—	—
65	38	38	38	38	—	—
80	—	45	45	45	45	—
100	—	—	58	58	58	—
120	—	—	70	70	70	70
140	—	—	—	80	80	80
160	—	—	—	—	90	90
180	—	—	—	—	100	100
200	—	—	—	—	—	110

Таблица 141

Глухари с квадратной головкой  
(ГОСТ 1433—42)

Пример условного обозначения глухаря диаметром  $d=20$  мм и длиной  $l=200$  мм: глухарь 20×200

Размеры в мм

$d$	12	16	20
$d_1$	9,5	12,8	16
$s$	5	6	8
$S$	22	27	32
$h$	8	10,5	13
$D$	31,2	38,2	45,4
Минимальная длина нарезанной части $l_0$			
65	38	—	—
80	45	45	—
100	58	58	—
120	70	70	70
140	80	80	80
160	—	90	90
180	—	100	100
200	—	—	110
225	—	—	125
250	—	—	140

## МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

Девятая глава посвящена рассмотрению основных вопросов изготовления металлических моделей и металлических стержневых ящиков. Особое внимание обращено на способы крепления. Для производственников представят значительный интерес указания и рекомендации по геометрии режущих инструментов — резцов и фрез, специально предназначенных для обработки алюминиевых сплавов, и по режимам резания этих сплавов.

Металлические модели находят все большее применение в машиностроении для массового, крупно- и мелкосерийного производства отливок. Такие модели имеют гладкую рабочую поверхность, долговечны, изготавливаются с большой точностью. Формовочные уклоны на них делаются меньше, чем на деревянных моделях. Металлические модели не подвергаются изменениям после длительного срока их использования в литейных цехах. Металлические модели изготавливаются чаще всего из алюминиевых сплавов. Они легки, не окисляются и хорошо обрабатываются.

Затраты труда на изготовление металлических моделей из алюминиевых сплавов в 3—5 раз выше, чем на изготовление деревянных моделей, но срок службы металлических моделей в 25—50 раз больше срока службы деревянных.

### 1. КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

#### Основные требования, предъявляемые к модельному комплекту

При проектировании металлического модельного комплекта учитываются условия эксплуатации его в литейном цехе.

Особое внимание уделяется созданию такой конструкции, которая удобна в работе и может быть использована при имеющихся средствах механизации.

При конструировании стержневых ящиков с вытравными вкладышами особое внимание должно быть обращено на их правильную взаимную фиксацию по поверхности соединений в корпусе. Это обеспечивает свободное извлечение стержня из ящика, сохраняет ящик от повреждений и преждевременного износа. Модели и стержневые ящики должны быть прочными и легкими.

При проектировании конструкции деталей модели и ящиков учитывается их технологичность, т. е. возможность станочной обработки рабочих поверхностей, которая обеспечивает получение правильной геометрии, точности обрабатываемых поверхностей и минимальный

припуск под шабровку. Технологичность конструкции в значительной мере способствует уменьшению затрат труда и сокращению сроков изготовления всего модельного комплекта.

Рабочие поверхности моделей и стержневых ящиков обрабатываются в пределах  $\nabla 5$ — $\nabla 6$  классов чистоты. При данной степени чистоты на поверхностях допускаются малозаметные следы обработки. Высокая чистота поверхностей металлических моделей позволяет делать формовочные уклоны меньше, по сравнению с деревянными моделями.

Величина формовочного уклона выполняется в пределах от  $0^{\circ}15'$  до  $2^{\circ}$ . Чем выше модель, тем меньше делаются формовочные уклоны (в градусах), и наоборот, чем ниже модель, тем больше делаются формовочные уклоны. Расположение формовочных уклонов по отношению к стенке отливки см. на фиг. 51, 52 в главе IV.

### Конструктивные элементы

Размеры конструктивных элементов частей модельного комплекта зависят от габаритных размеров  $A$ ,  $B$ ,  $H$  (фиг. 202). За средний габаритный размер для некруглых моделей и ящиков принимается полусумма двух максимальных размеров: длина + ширина или высота  $\frac{A+B}{2}$ . За средний габаритный размер для круглой модели или

круглого ящика принимается его диаметр  $D$  (фиг. 203, б).

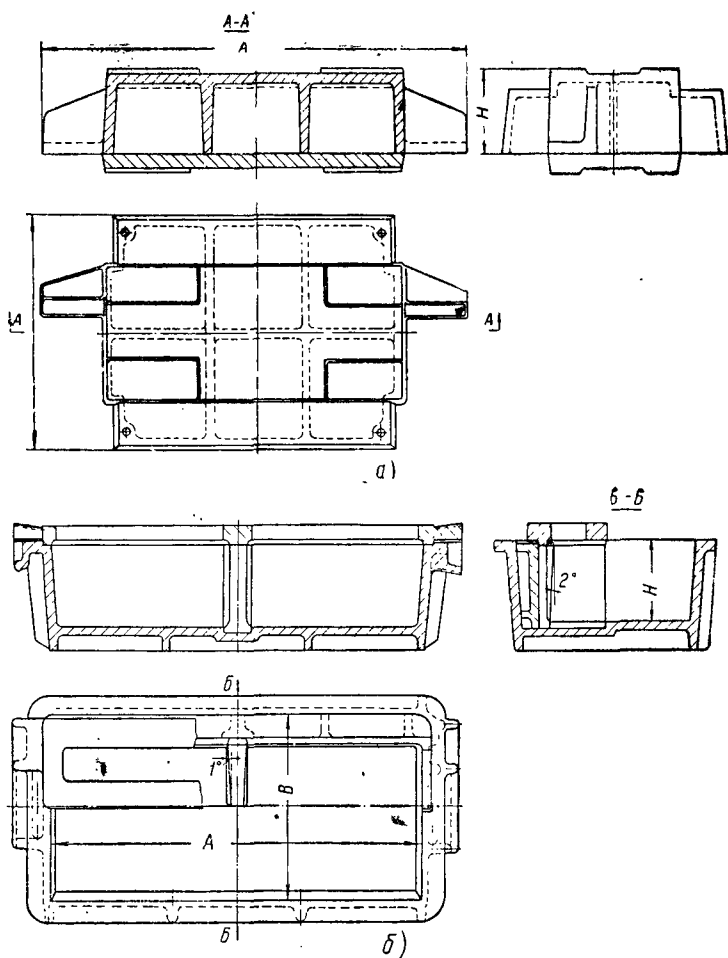
Значения толщины  $t$  стенок, ширины  $s$  и толщины  $h$  бортов металлических модельных комплектов из алюминиевых сплавов для ручной и машинной формовки, а также сушильных плит определяются при помощи графика, изображенного на фиг. 204. Размеры конструктивных элементов стержневых ящиков показаны на фиг. 203.

Металлические модели и стержневые ящики делают полыми и тонкостенными. Для повышения прочности их отливают с усиливающими ребрами по неработающему контуру и бортами по разьему. Количество ребер и их расположение зависят от размеров и конфигурации модели и ящика. Толщина ребер составляет 80—90% от толщины стенок модели или корпуса ящика.

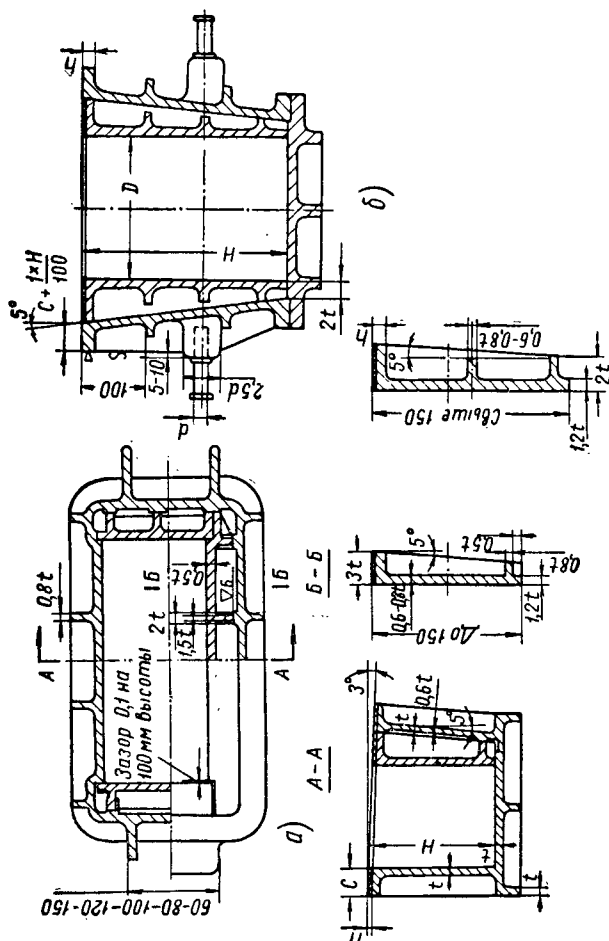
Радиус сопряжения  $r$  ребер с основным телом составляет 5—10 мм. Примеры расположения ребер жесткости в зависимости от среднего габаритного размера и формы ящиков изображены на фиг. 205, 206, 207. Высота ребер и расстояние между ними приведены в табл. 142.

Для удобства транспортировки и кантовки на стенках корпусов стержневых ящиков в зависимости от размеров и веса ящика со стержнем выполняются ручки (фиг. 208) или приливы под цапфы (фиг. 209). Размеры приливов приведены в табл. 143.

Стержневые ящики при машинной набивке стержней крепятся к столам формовочной машины болтами за уши (фиг. 210). Конструктивные размеры ушков даны в табл. 144. Со стороны плоскости набивки на борты и вкладыши стержневых ящиков накладывается броня от 3 до 8 мм, предохраняющая их от быстрого износа и увеличивающая их жесткость (фиг. 211). Размеры бортов и брони даны в табл. 145.



Фиг. 202. Металлический модельный комплект:  
а — модель; б — стержневой ящик.



Фиг. 203. Металлические стержневые ящики:  
а — прямоугольный; б — цилиндрический.





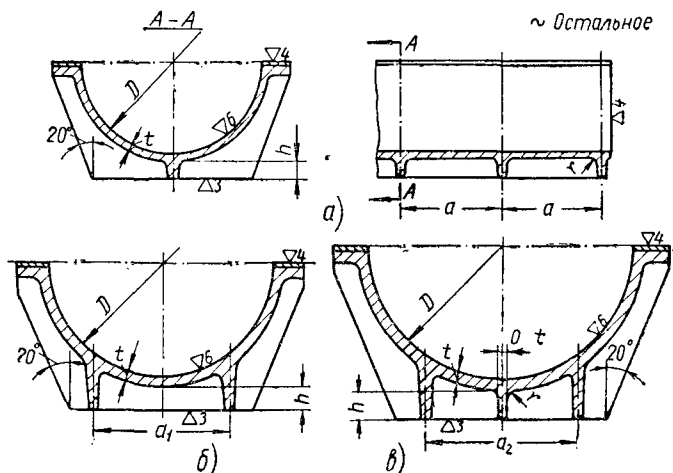
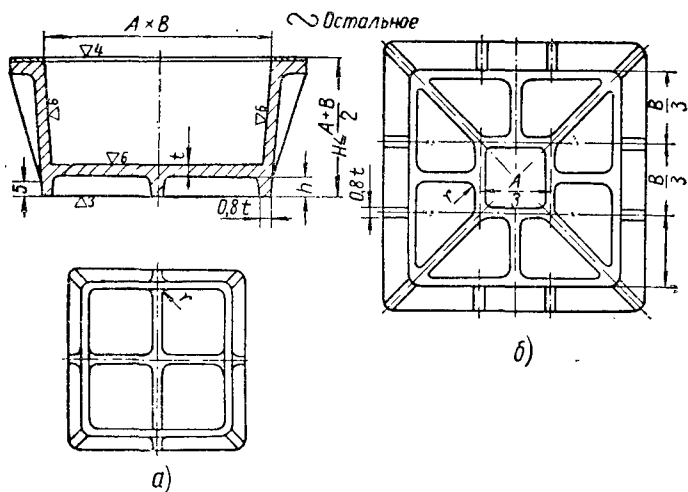
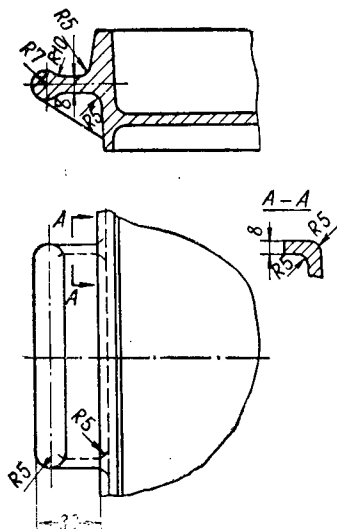


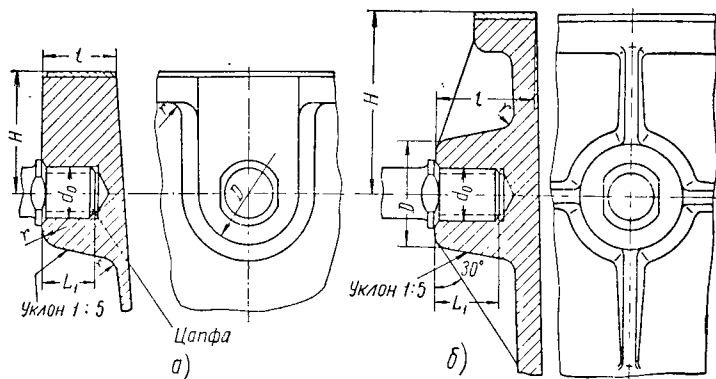
Таблица 142

Высота ребер и расстояние между ними (см. фиг. 207)

$D$	$h$		$a$	$a_1$	$a_2$	$r$
	алюми- ний	чугун				
до 160	20	16	80—100	—	—	5
161—200	25	20	100—120	140—160	—	5
201—250	32	25	120—140	150—180	—	6
251—320	40	32	140—160	160—200	—	6
321—400	50	40	160—180	180—220	—	7
401—500	60	50	180—200	—	210—260	7
501—630	80	60	200—250	—	300—370	8



Фиг. 208. Литая ручка к стержневому ящику.



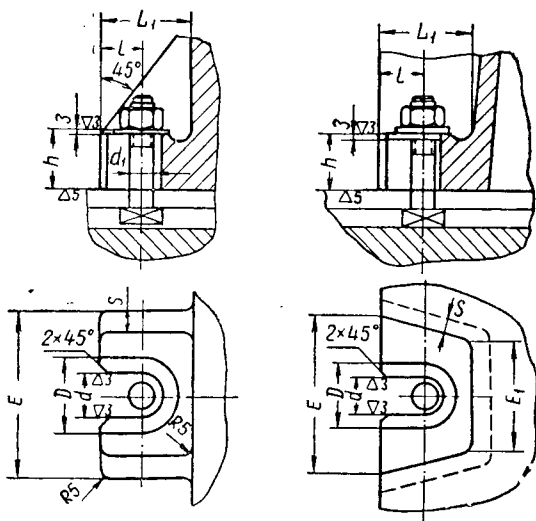
Фиг. 209. Приливы для цапф стержневых ящиков:

а —  $H$  до 100 мм; б —  $H$  свыше 100 мм. (Размеры приливов см. в табл. 143).

Таблица 143

Размеры приливов для цапф по нормали МН 948—60 (см. фиг. 209)

Допустимая нагрузка на цапфу, кг	$d$	$D$	$L$	$l$	$l_1$	$r$
200	20	44	90	42	30	8
300	25	52	90	42	35	8
450	32	70	110	60	40	10
1000	40	90	140	60	50	10

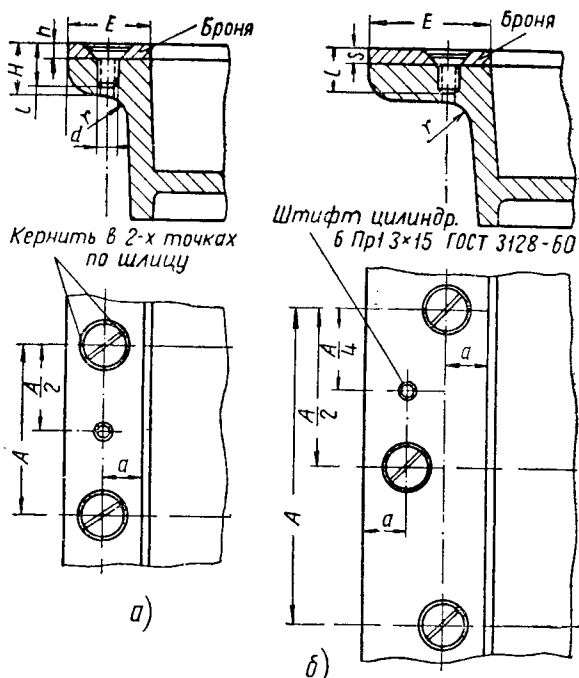


Фиг. 210. Ушки для крепления стержневых ящиков к столам формовочных машин. (Размеры см. в табл. 144).

Таблица 144

Размеры ушков (по нормали МН 949—60), мм (см. фиг. 210)

Средний габаритный размер ящика $\frac{A+B}{2}$	Испол- нение	E	E <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>	!	D	d	d <sub>1</sub>	S	h
251—400	I 11	90 70	— 60	45	20	34	14	M12	10	25
401—630	I 11	110 86	— 70	55	25	40	18	M16	12	30
631—1 000	I 11	130 102	— 80	65	30	46	22	M20	14	35



Фиг. 211. Борта стержневых ящиков и крепление брони к ним:  
 а — при  $E=18 \div 22$  мм; б — при  $E=25 \div 50$  мм. (Размеры см. в табл. 145).

Таблица 145

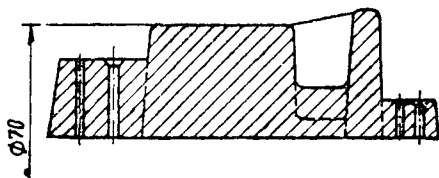
Размеры бортов, брони и межцентровых расстояний для установки винтов  
 (по нормали МН 940—60, мм (см. фиг. 211))

Средний габаритный размер стержневого ящика $\frac{A+B}{2}$	E		H		A	a	S	r	d	l
	алю-миний	чугун	алю-миний	чугун						
до 160	18	16	12	8	40	10	3	5	M5	12
161—200	20	18	12	9	40	11	3	8	M5	12
201—250	22	20	12	10	40	12	3	8	M5	12
251—320	25	22	14	12	70	10	4	12	M6	15
321—400	28	25	16	14	70	10	4	12	M6	15
401—500	32	28	18	16	70	10	4	15	M6	15
501—630	36	32	20	18	70	12	4	15	M6	15
631—800	40	36	22	20	90	12	4	20	M6	15
801—1000	50	40	25	22	90	12	4	20	M6	15

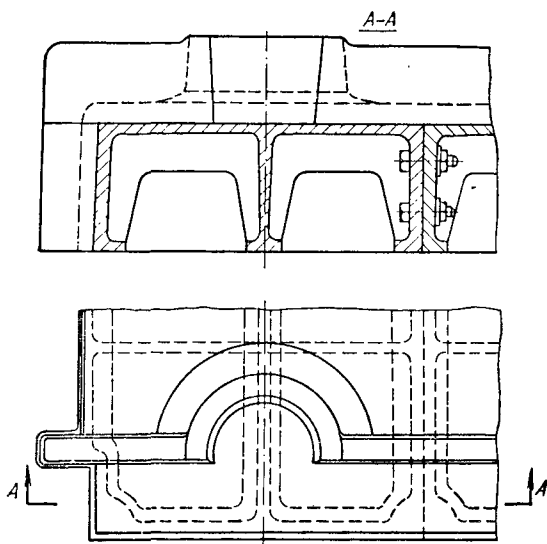
Примечание. Материал брони — сталь марки Ст. 3 по ГОСТ 380—60, отклонения размеров — по 7-му классу точности. Количество штифтов на одну броню не менее двух.

## Модели

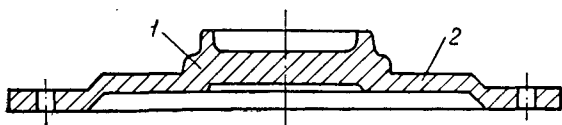
Металлические модели изготавливаются монолитными для мелких деталей (фиг. 212); полыми — облегченными — для средних и крупных отливок (фиг. 213) и цельнолитыми с модельными плитами (фиг. 214).



Фиг. 212. Монолитная модель.



Фиг. 213. Модель облегченной конструкции.



Фиг. 214. Цельнолитая модель:  
1 — модель; 2 — подмодельная плита.

Модели крупных размеров облегченной конструкции для удобства механической обработки изготавливают сборными из отдельных частей. Сборка частей модели после механической обработки производится на болты и штифты (см. фиг. 213). Недостатком сборных моделей является их пониженная прочность в местах соединений.

Модели, предназначенные для машинной формовки, жестко крепятся к подмодельным плитам или вкладышам. Для этого во внутренней полости модели предусматриваются приливы (на верхней стенке и при основании, прочность и жесткость моделей во многом зависит от правильного расположения ребер жесткости).

Ребра жесткости могут делаться доходящими до плоскости разъема модели или приподнятыми над плоскостью разъема модели. У модели с большими горизонтально расположенными плоскостями и высотой не более 100 мм ребра должны доходить до плоскости разъема. Ребра могут быть и арочного вида.

Мелкие и средние модели, высотой до 75 мм, могут иметь ребра, приподнятые на 5—10 мм над плоскостью разъема модели. Для высоких моделей арочные ребра вполне обеспечивают необходимую жесткость. Минимальная высота ребра в этом случае должна быть не менее пятикратного размера толщины тела модели. Расположение и форма ребер жесткости, приливы для монтажа модели показаны на фиг. 215 и 216. Размеры ребер и приливов приведены в табл. 146 и 147.

Уклоны (формовочные) на ребрах модели берутся в зависимости от высоты модели  $H$ :

Высота модели $H$ , мм . . . . .	до 100	100—200	>200
Уклоны . . . . .	1°30'	1°	0°30'

**Крепление частей модели.** Отъемные части модели, образующие поверхность отливки, должны иметь надежное крепление к модели. Способы крепления отъемных частей показаны на фиг. 217 и 218.

Наиболее надежным способом крепления отъемной части является посадка ее в гнездо модели (фиг. 218).

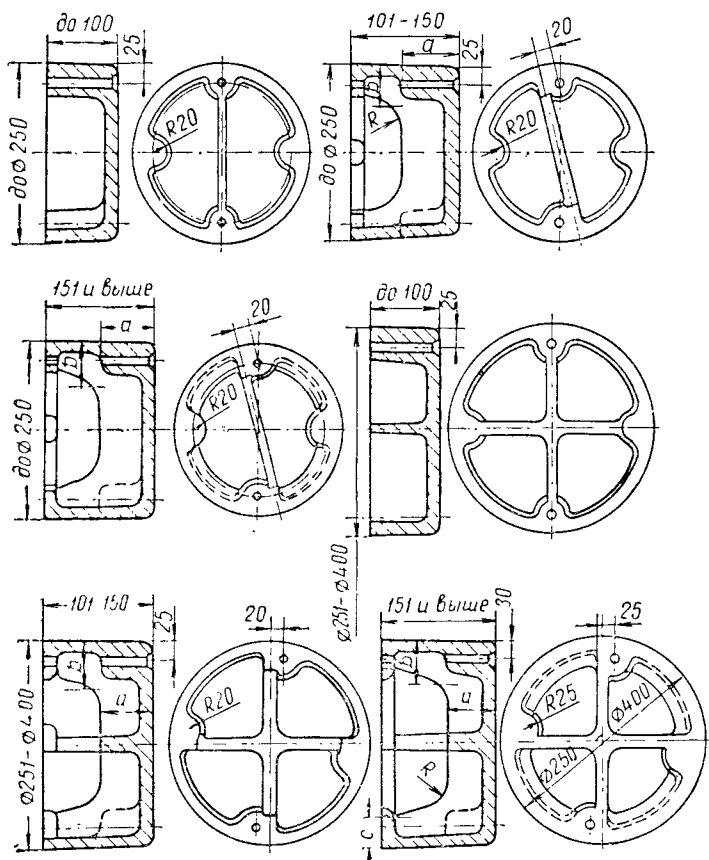
Съемные стояки, выпоры, прибыли устанавливаются на металлические штыри — дюбеля (фиг. 219 и 220). Диаметр  $d$  штыря зависит от диаметра  $D$  стояка, выпора или прибыли:

$D$ , мм	$d$ , мм	$d_2$	$H$ , мм
30	6	M8	20
35	9	M8	25
40	12	M12	30
45	15	M12	30
50 и выше	18	M16	35

Длина  $L$  штыря зависит от толщины соответствующей части модели.

Частям модели, которые по разным причинам изготавливаются от модели отдельно, а затем устанавливаются на нее, должно быть обеспечено надежное крепление (фиг. 221): запрессовкой или винтами. Наиболее надежно крепление винтами.

При помощи винтов производится крепление частей модели на плите для безопочной формовки (фиг. 222).



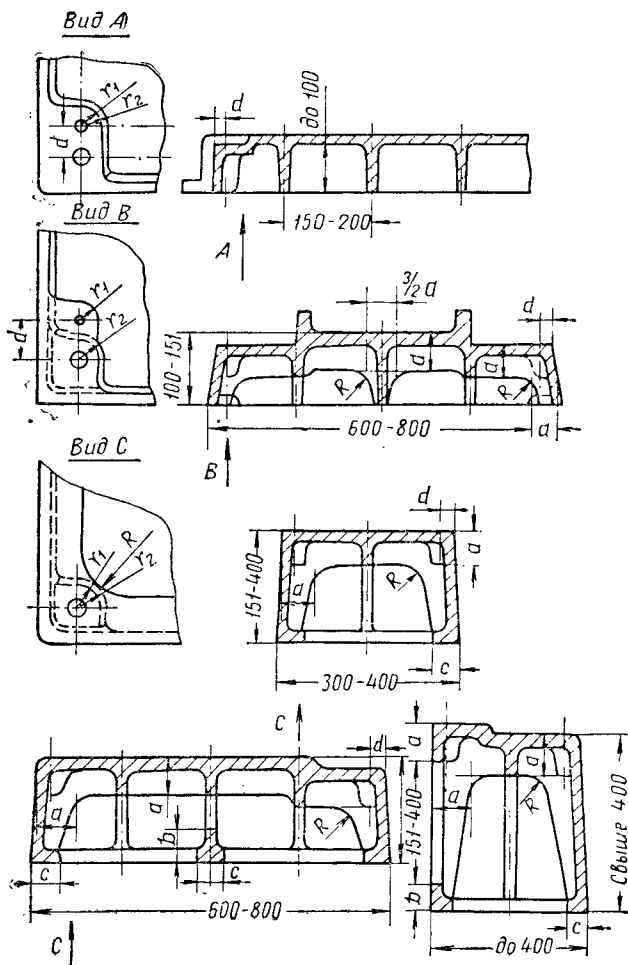
Фиг. 215. Расположение приливов и ребер жесткости на модели:  
 а — высота прилива или ребра. (Размеры см. в табл. 146).

Таблица 146

Размеры ребер и приливов, мм

Раз- меры	Диаметр								
	150—200			201—250			251—400		
Высота	101— 150	151— 300	св. 300	101— 150	151— 300	св. 300	101— 150	151— 300	св. 300
a	60—65	70—75	80—85	60—65	70—75	80—85	60—70	70—80	80—90
b	40	45	50	50	55	60	60	70	80
c	—	30	35	—	35	40	—	40	45
R	R30			R50			R60		



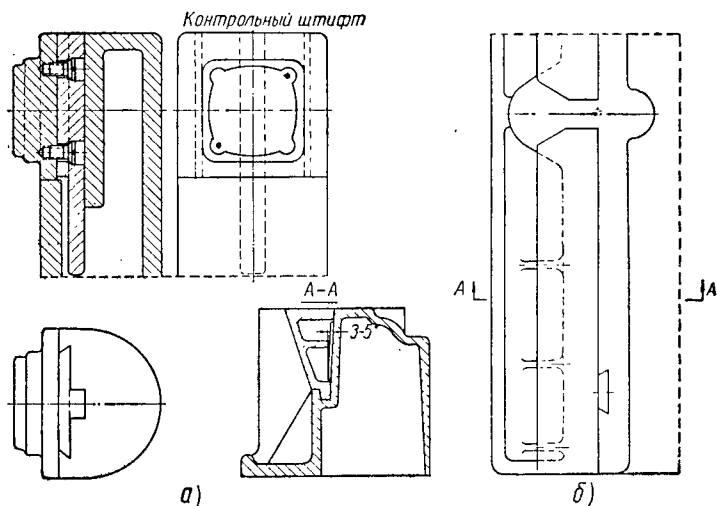


Фиг. 216. Расположение приливов и ребер жесткости на моделях. (Размеры см. в табл. 147).

Таблица 147

Размеры ребер, приливов, мм

№ по пор.	Высота модели, мм	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i> <sub>1</sub>	<i>r</i> <sub>2</sub>	Размер болта
1	до 100	—	—	—	25	—	20	25	M12
2	101—120	60	—	—	25	30	20	25	M12—M16
3	121—150	65	—	—	25	40	20	25	M16
4	151—200	70	55	40	25	50	20	25	M16
5	201—300	80	65	45	30	60	25	30	M16—M20
6	301—400	90	70	50	30	70	25	30	M20
7	св. 400	100	80	60	35	80	25	30	M20

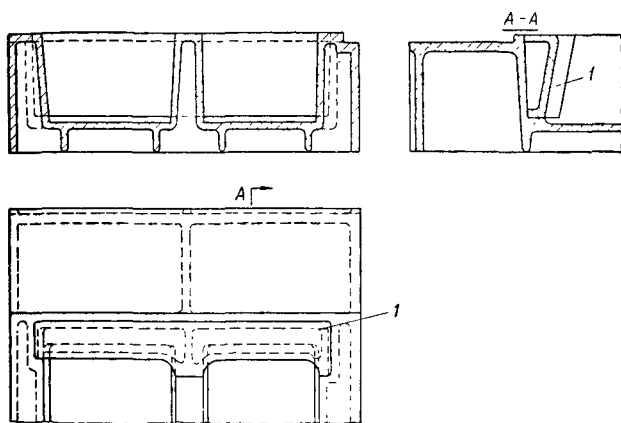


Фиг. 217. Крепление вкладышей на модели:

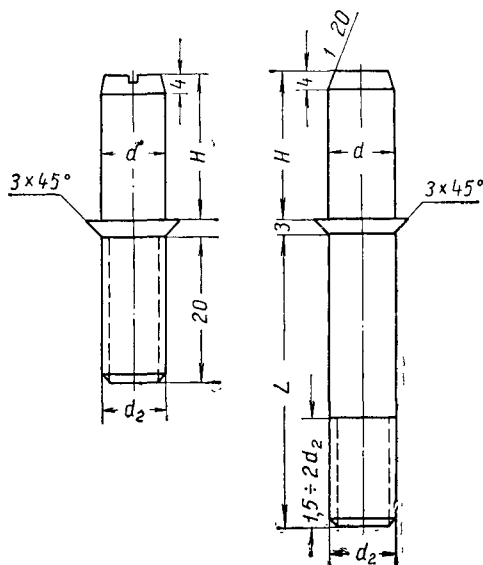
*a* — при помощи «еласточкин хвост»; *б* — путем врезки вкладыша в дно гнезда.

Крепление моделей к подмодельным плитам (фиг. 223) осуществляется винтами или болтами. Для предупреждения смещения моделей на плите в процессе работы все собираемые части фиксируются двумя контрольными штифтами (шпильками).

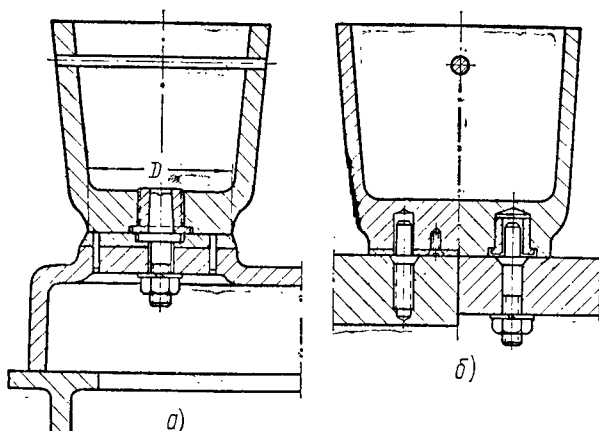
**Модельные плиты.** При формовке по металлическим моделям широко применяются подмодельные плиты. Металлические подмодельные плиты отличаются от деревянных только толщиной. Толщина металлических алюминиевых плит делается от 12 до 16 мм (фиг. 139 и 140), а плит для безопасной формовки (фиг. 141 и 142) 10 мм (см. главу VI).



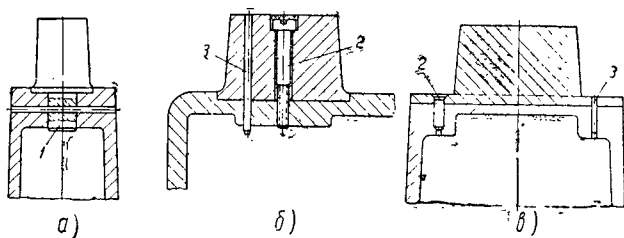
Фиг. 218. Крепление вкладышей путем врезки в гнездо модели;  
1 — вкладыш.



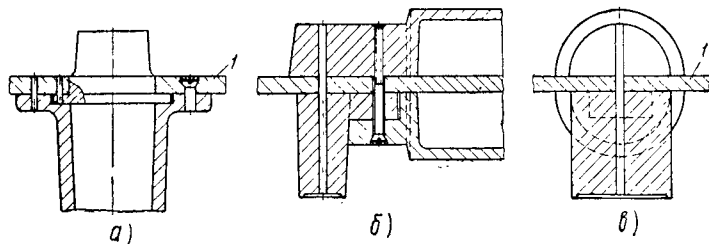
Фиг. 219. Штыри (дюбеля) для установки стояков и выпоров.



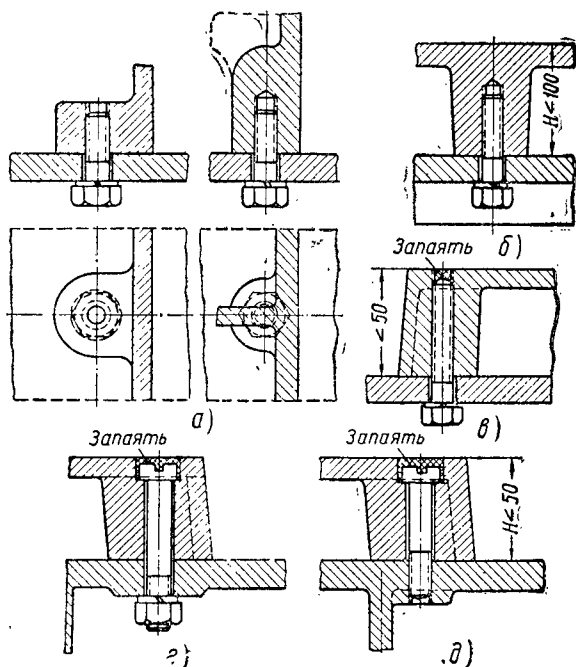
Фиг. 220. Крепление на модели съемных частей при помощи штырей (дюбелей):  
 а — круглый выпор; б — фасонный выпор



Фиг. 221. Способы крепления отдельно изготовляемых знаков:  
 а — запрессовкой в модель хвостика 1 с постановкой контрольного штифта;  
 б и в — винтами 2 с дополнительной постановкой контрольного штифта 3.



Фиг. 222. Способы (а и б) крепления частей модели на плите для безопасной формовки:  
 1 — плита.



Фиг. 223. Способы крепления моделей к подмодельным плитам:  
 а — высоких моделей; б — низких моделей «вглухую»; в и г —  
 низких моделей сквозным болтом; д — низких моделей через модель  
 в плиту.

### Стержневые ящики

Основные конструкции стержневых ящиков представлены в табл. 148.

Наряду с указанными конструкциями широкое применение нашли конструкции ящиков с вытряхными вкладышами (фиг. 224). Корпуса этих ящиков имеют форму глухой конусной коробки.

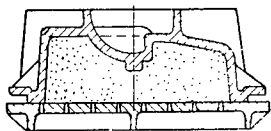
Образование всех поверхностей, расположенных по периметру стержня, с помощью вкладышей требует особого надежного крепления их в ящике. Возможны следующие способы крепления: 1) замком (фиг. 225, а) без врезки в корпус стержневого ящика; 2) врезкой в корпус стержневого ящика (фиг. 225, б). Иногда применяется фиксация и замком и врезкой в корпус стержневого ящика (см. фиг. 224).

Корпуса крупных стержневых ящиков изготавливаются разъемными по двум или четырем углам (фиг. 226).

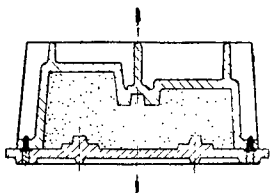
В разъемных стержневых ящиках половинки корпусов спариваются между собой при помощи металлических штырей — дюбелей (фиг. 227, 228 и табл. 149 и 150).

## Конструкции стержневых ящиков

Односторонний ящик



Односторонний ящик с вкладышем в плоскости набивки, который запрессовывают в стержневую смесь после заполнения ею ящика



Ящик с вертикальным разъемом соединяется штырями и скрепляется скобами, набивается с торца, разнимается в стороны

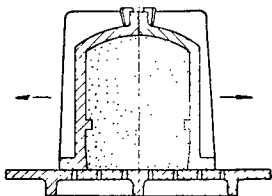
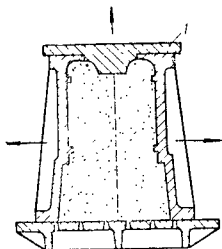
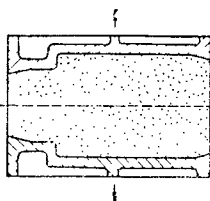


Таблица 148 (окончание)

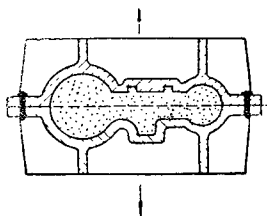
Разъемный ящик с отдельным дном 1



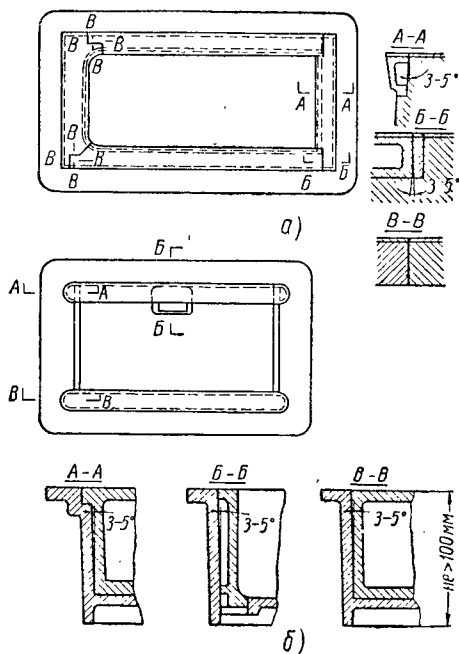
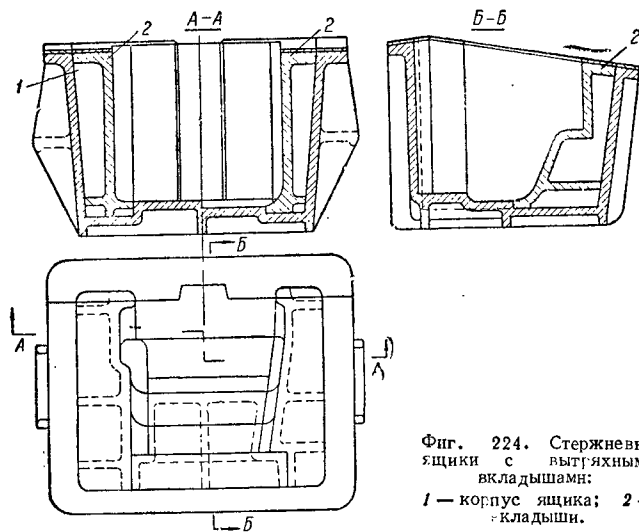
Разъемный ящик с горизонтальным разъемом соединяется штырями, скрепляется скобами, набивается с торца



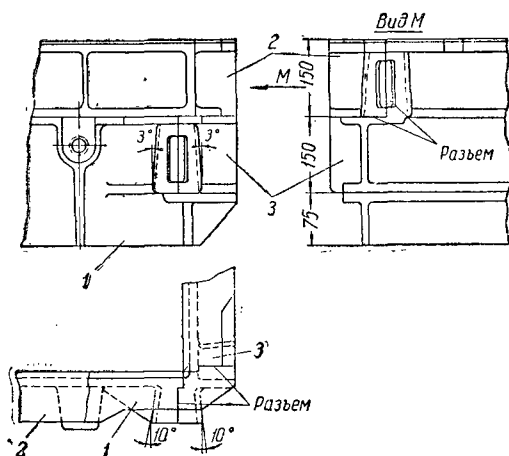
Разъемный ящик с горизонтальным разъемом, глухой, набивается по половинкам через разъем и спаривается по штырям; стержни сушат на подсыпке или сушильной плите



Примечание. Стрелками показано направление разъема частей стержневого ящика.

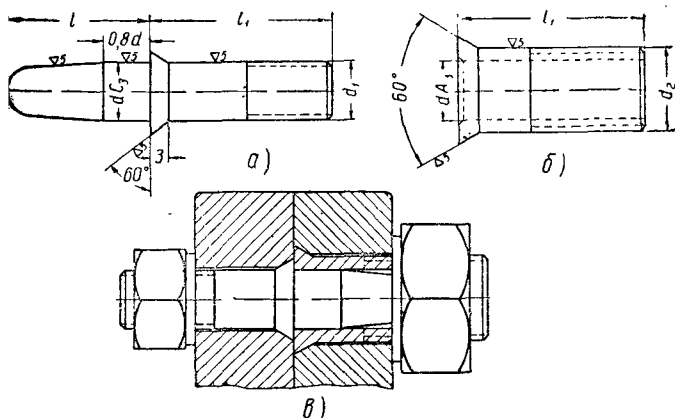






Фиг. 226. Конструкция разъемного угла металлического стержневого ящика:

1 — поддон; 2 и 3 — отъемные стенки.



227. Крепление штыря (а) и втулки (б) для спаривания разъемных стержневых ящиков при помощи гаек и соединение в собранном виде (в). (Размеры см. в табл. 149).

Таблица 149

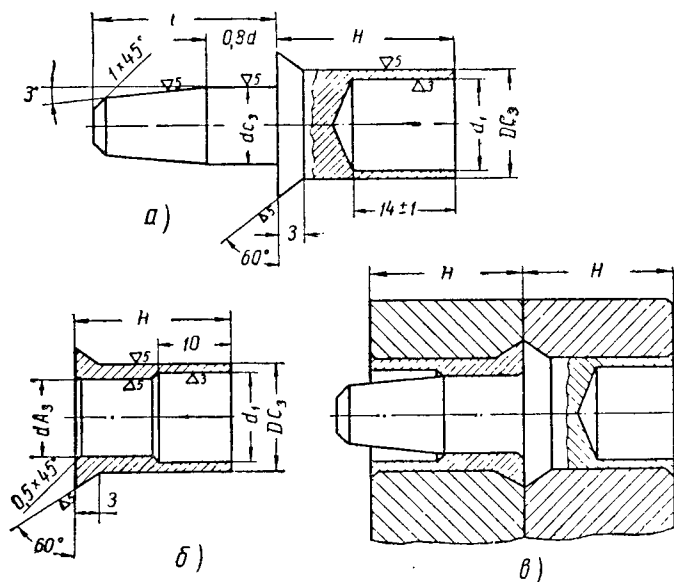
Размеры (мм) штырей и втулок для спаривания разъемных стержневых ящиков при помощи гаек (см фиг. 227)

$d$	$d_1$	$d_2$	$l$	$l_1$
8	M8	M12	20	26
10	M10	M14×2	25	30
16	M12	M20	30	38

Таблица 150

Размеры (мм) штырей и втулок для спаривания разъемных стержневых ящиков подчеканкой (см. фиг. 228)

$d$	$DC_3$	$d_1$	$H$	$l$
8	13	10	18	20
10	15	12	20	25
16	21	18	22	30

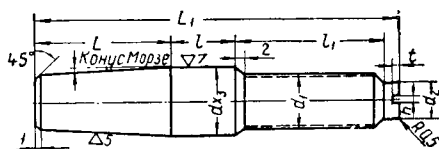


Фиг. 228. Крепление штыря (а) и втулки (б) для спаривания разъемных стержневых ящиков подчеканкой; соединение в собранном виде (в). (Размеры см. в табл. 150.)

Наиболее надежное крепление частей стержневого ящика достигается при помощи регулируемых штырей (фиг. 229). Эта конструкция позволяет в процессе эксплуатации, по мере износа штыря и втулки, регулировать установку штыря по высоте, ликвидируя этим качку втулки на штыре. Для высоких стержней предусматривается применение удлиненных штырей. Размеры штырей и втулок даны в табл. 151—153.

Таблица 151

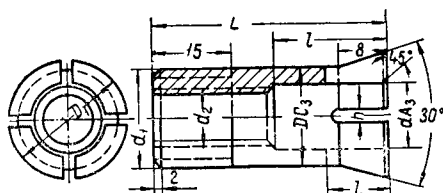
Размеры (мм) регулируемых штырей



$d_{x_3}$	$d_1$	$d_2$	$L$		$L_1$		$l$	$l_1$	$h$	$t$	Конус Морзе №
			короткий	длинный	короткий	длинный					
8	M6	4,5	15	30	49	64	8	22	0,8	1,5	0
10	M8	6	20	35	61	76	10	26	1,0	2,0	1
11	M10	7,5	25	40	72	87	12	30	1,2	2,4	1

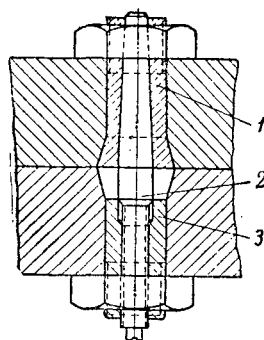
Таблица 152

Размеры (мм) основных втулок к регулируемым штырям (см. табл. 151)



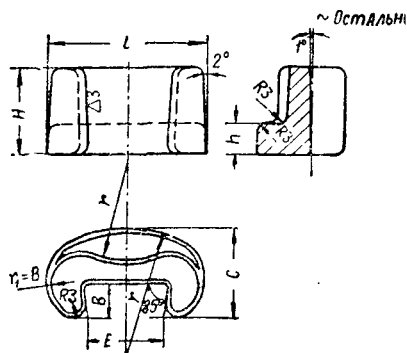
$d_{A_3}$	$d_1$	$d_2$	$DC_3$	$D_1$	$L$	$l$	$h$	$t$
8	M14	M6	14	17,7	30	12	1,5	10
10	M16	M8	16	19,7	36	15	1,5	12
12	M18	M10	18	21,7	42	20	2	14

Для крепления отдельных частей ящика применяются: крепежные скобы (фиг. 230 и табл. 154); затворы с барашком (фиг. 231); затворы с шарнирной скобой (фиг. 232); штыри с клином (фиг. 233 и табл. 155).



Фиг. 229. Регулируемый штырь для спаривания съемных стержневых ящиков

1 — втулка направляющая;  
2 — штырь; 3 — втулка нарезная



Фиг. 230. Скоба крепежная.

Таблица 153

Размеры (мм) направляющих втулок к регулируемым штырям  
(см. табл. 151)

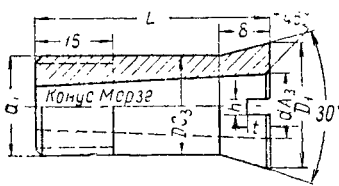
							
$dA_3$	$d_1$	$DC_3$	$D_1$	$L$	$h$	$t$	Конус Морзе №
8	M14	14	17,7	30	2,5	3	0
10	M16	16	19,7	36	2,5	3	1
12	M18	18	21,7	42	3	4	1

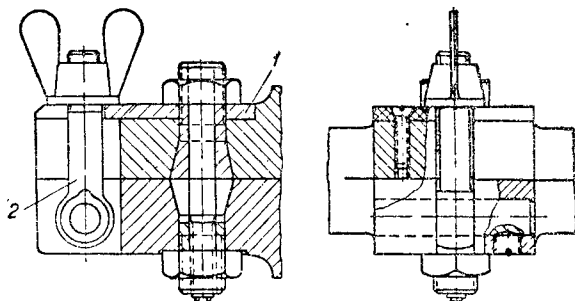
Таблица 154

Размеры крепежной скобы (по нормали МН 959—60), мм (см. фиг. 230)

$E$	$B$	$L$	$H$	$C$	$r$	$h$	Вес, кг
56	20	110	60	52	79	25	1,6
72	25	130	80	64	90	30	2,5

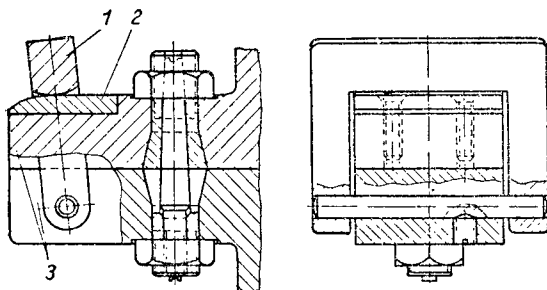
Примечание. Материал: сталь марки 30Л—1 по ГОСТ 977—58 или ковкий чугун (любой марки) по ГОСТ 1215—59.

2. Отклонения размеров по 7-му классу точности ОСТ 1010.



Фиг. 231. Затвор с барашком:

1 — стальная накладка; 2 — шарнирный болт.



Фиг. 232. Затвор с шарнирной скобой:

1 — шарнирная скоба; 2 — стальная накладка; 3 — ушки.

Фиг. 233. Узел крепления половинок стержневых ящиков штырем с клином. Материал детали: 1, 2, 3 — стали марки 45 по ГОСТ 1050—60. Отклонения размеров — по 7 классу точности ОСТ 1010. Твердость детали 2 —  $HRC35-40$  (Размеры см. в табл. 155).

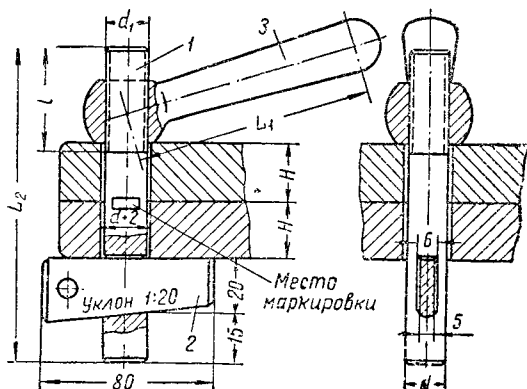


Таблица 15:

Размеры штырей, рукояток по нормали МН 960—60, мм см. фиг. 233)

Средний габаритный размер ящика $\frac{L+B}{2}$	$H$	$L_1$	$L_2$	$d_1$	$d$	$l$	Вес, кг	Деталь 3 рукоят- ка Б11 ГОСТ 3055—45
до 400	26	125	120	M16	16	40	0,49	16
св. 400 до 630	30	160	130	M20	20	45	0,83	20
св. 630 до 1000	34	140	140				0,85	

Примечание.  $L$  — длина;  $B$  — ширина ящика.

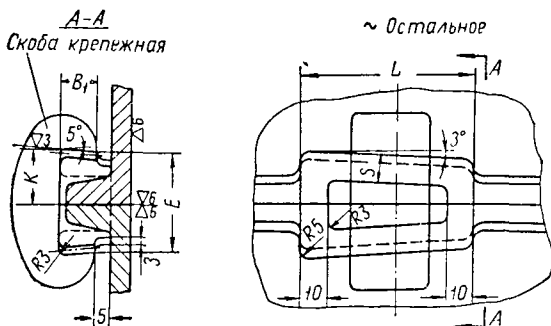
Фиг. 234. Приливы под крепежные болты.  
(Размеры см. в табл. 156.)

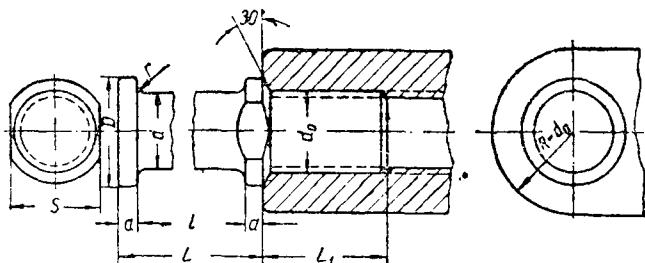
Таблица 15:

Размеры приливов под крепежные болты по нормали МН 958—60, мм  
(см. фиг. 234)

Средний габаритный размер ящика $\frac{L+B}{2}$	Размер скобы $E$	$K$	$B_1$	$L$	$S$
св. 400 до 600	56	34	20	80	18
св. 600 до 1000	72	43	25	100	20

Примечание.  $L$  — длина,  $B$  — ширина ящика. Отклонение размеров — по 7 классу точности ОСТ 1010.

На фиг. 234 изображены приливы под крепежные скобы, выполняемые на обратной стороне бортов стержневых ящиков. Размеры приливов приведены в табл. 156. Кантовка крупных тяжелых стержневых ящиков производится краном при помощи цапф, ввертываемых в корпус стержневого ящика (фиг. 235 и табл. 157).



Фиг. 235 Цапфы для металлических стержневых ящиков. (Размеры см. в табл. 157.)

Таблица 157

Размеры мм цапф для металлических стержневых ящиков  
(см. фиг. 235)

Допускаемая нагрузка на цапфу, кг	$d_0$	$d$	$D$	$a$	$l$	$L$	$L_1$	$S$	$r$	Вес цапфы
100	M22	20	30	5	90	100	35	24	3	0,6
200	M27	25	35	5	90	100	45	27	7	0,8
450	M36	35	50	7	86	100	65	36	7	1,3
1000	M48	45	70	10	80	100	85	48	12	2,4

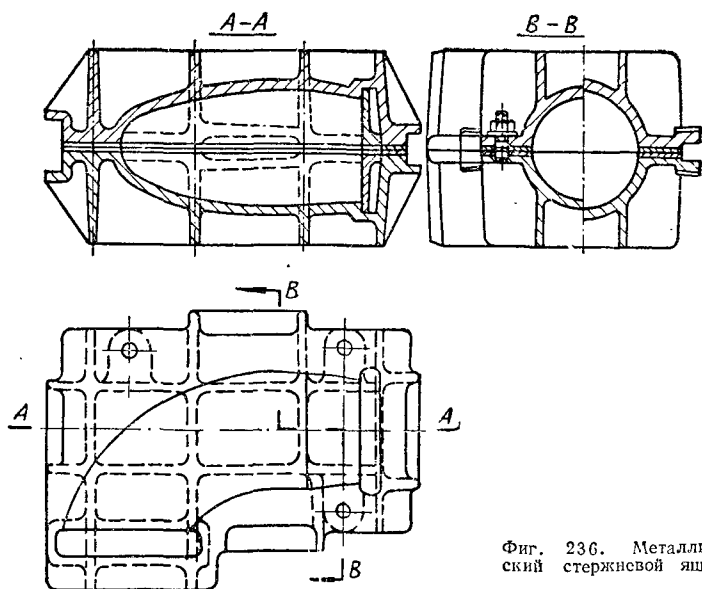
Примечание. Для ящиков машинной формовки вместо  $l = 90$  мм делается  $l = 60$  мм.

### Сушильные плиты фасонные (драйеры)

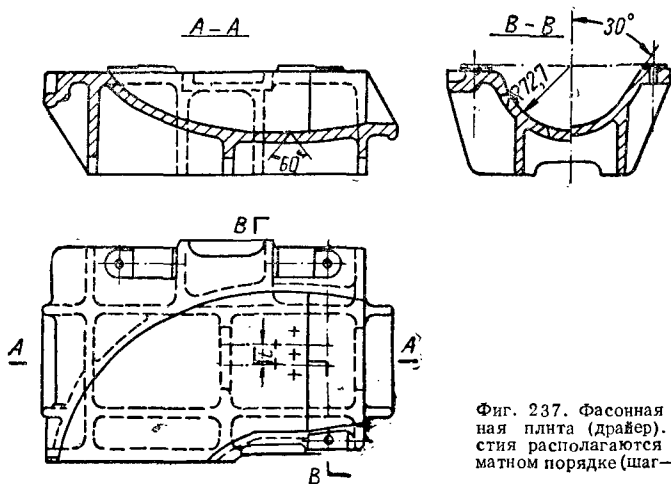
Сушильные плиты бывают плоские и фасонные. Плоские сушильные плиты употребляют для сушки стержней, изготовленных в ящиках с плоским разъемом.

Стержни с фасонной плоскостью сушки, изготавливаемые в разъемных стержневых ящиках (фиг. 236), сушат в фасонных сушильных плитах (драйерах), примерно воспроизводящих часть контура стержня (фиг. 237). Сушильные плиты, так же как и модели, изготавливают из алюминиевых сплавов.

При проектировании фасонных плит нужно обращать внимание на то, чтобы стержень имел достаточную площадь опорных поверхностей в плите для предупреждения деформации стержня при транспортировке и сушке. Опорными поверхностями стержня в фасонной плите обычно являются те, которые расположены горизонтально. Вертикально расположенные поверхности стержня, как правило, не

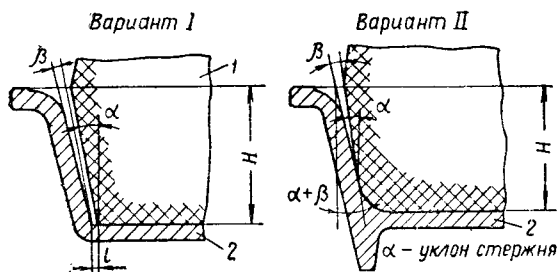


Фиг. 236. Металлический стержневой ящик.



Фиг. 237. Фасонная сушильная плита (драйер). Отверстия располагаются в шахматном порядке (шаг—30 мм).





Фиг. 238. Зазоры между стержнем и стенкой сушильной плиты ( $\alpha$  — уклон стержня):

1 — стержень; 2 — плита. (Размеры см. в табл. 158).

Таблица 158

Зазоры между гнездами плит и стержнями (по нормали МН 931—60) мм  
(см. фиг. 238)

Средний габаритный размер плиты $\frac{L+B}{2}$	$H$	$l$	$\beta$
до 200	до 70 св. 70 до 120 св. 120 до 500	0,2	1°30' 1°00' 0°30'
св. 200 до 400	до 70 св. 70 до 120 св. 120 до 500	0,5	1°30' 1°00' 0°30'
св. 400 до 1000	до 70 св. 70 до 120 св. 120 до 500	0,7	1°30' 1°00' 0°30'

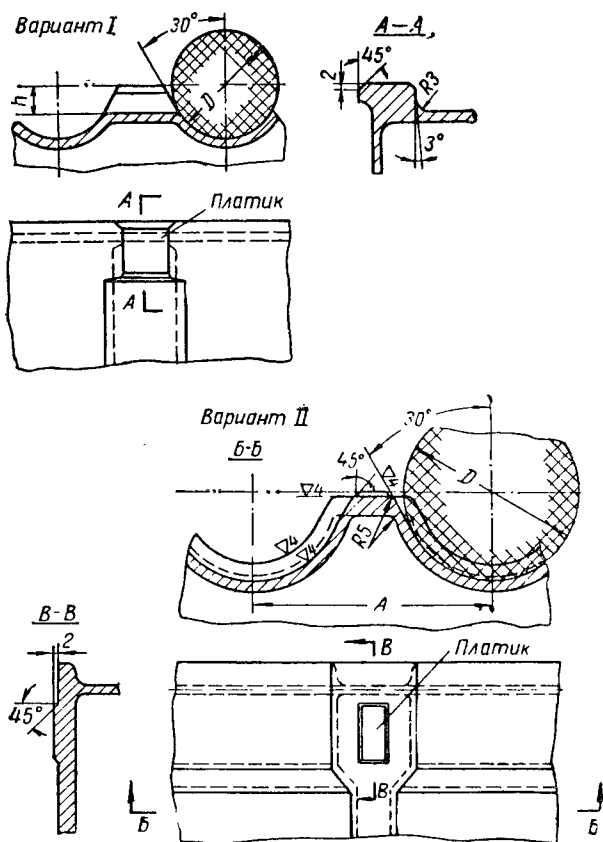
Примечание.  $L$  — длина,  $B$  — ширина ящика.

должны соприкасаться со стенками плиты. Между такими поверхностями стержня и фасонной плиты должен быть зазор (фиг. 238). Это удешевляет изготовление плиты и в то же время предохраняет стержень от поломки во время опускания на него сушильной плиты. Размеры приведены в табл. 158.

Фасонные плиты для сушки цилиндрических стержней охватывают стержень только по незначительной части окружности, а к разъему у плиты выполняется развал на угол от 20 до 30° (на сторону).

Фасонная плита в момент накрывания прилегает к плоскости разъема стержневого ящика не всей плоскостью разъема, а отдельными выступающими платиками (фиг. 239). Размеры сушильных плит приведены в табл. 159.

Платики выступают над общей поверхностью на 2—5 мм. Количество платиков должно быть таково, чтобы можно было в процессе эксплуатации фасонной плиты по прилеганию платиков к разъему стержневого ящика судить о наличии деформации плиты. Конструк-



Фиг. 239. Расположение платков и построение рабочей части сушильной плиты. (Размеры см. в табл. 159.)

Таблица 159

Размеры сушильных плит (по нормам МН 930—60), мм (см. фиг. 239)

$D$ — диаметр рабочей полости плиты	$h$	$A$ не менее
до 36	до 9	40
св. 36 до 55	св. 9 до 14	55
св. 55 до 90	св. 14 до 22	75
св. 90 до 140	св. 22 до 35	120

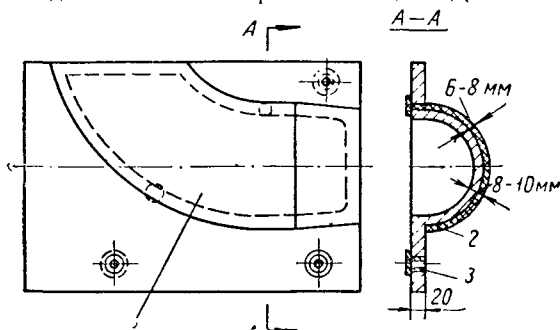
ция фасонной сушильной плиты должна быть максимально легкой. Толщину стенок обычно делают в пределах 4—7 мм.

Необходимая прочность конструкции фасонной плиты обеспечивается соответствующим количеством ребер жесткости. Для фиксации фасонной плиты на стержневом ящике в ней имеются отверстия, соответствующие штырям стержневого ящика. Для обеспечения нормальной сушки стержней в стенках рабочих полостей фасонных плит предусматриваются вентиляционные отверстия.

### Технологический процесс изготовления фасонных сушильных плит

Для получения качественных отливок фасонных сушильных плит с минимальным припуском на механическую обработку формовка их производится по металлической промодели. Алюминиевая заготовка для металлической промодели изготавливается по деревянной модели, имеющей двойную усадку и припуск на механическую обработку по рабочему контуру промодели. Точность изготовления металлической промодели достигается правильной разметкой и проверкой поверхностей по шаблонам и дополнительной доводкой ее после изготовления по ней 3—5 штук сушильных плит.

Правильность изготовления фасонных плит контролируется. Слогом называется объемный шаблон, рабочая поверхность которого по своей форме представляет точную копию  $1/2$  части стержня (фиг. 240) и выполняется по одной половинке стержневого ящика. Для неболь-

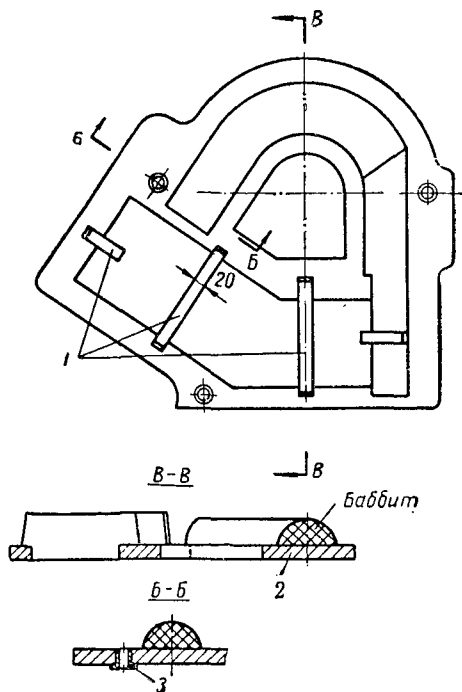


Фиг. 240. Слог-кондуктор:

1 — рабочая поверхность; 2 — слой баббита; 3 — алюминиевая плита.

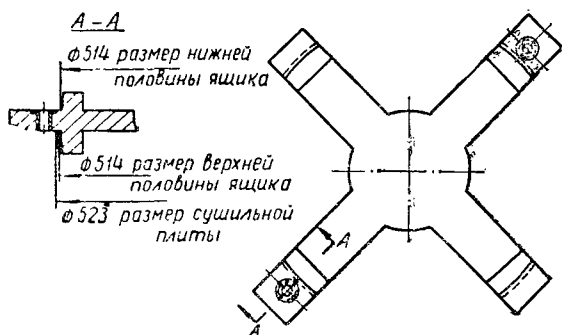
ших стержней рабочая часть поверхности слога выполняется путем заливки баббитом. Для больших стержней сложной конфигурации рабочая часть поверхности слога выполняется баббитом и на участке простой конфигурации стержня алюминиевыми ребрами (фиг. 241).

К слогу крепится кондуктор. По слогу-кондуктору подгоняют фасонные сушильные плиты (драйеры), спаривают половины стержневого ящика с сушильной плитой и через кондуктор одновременно у ящика и сушильной плиты сверлятся отверстия. Кондукторы бывают односторонние и двухсторонние. Односторонние кондукторы выполняются совместно со слогами для любой конфигурации стержня (см. фиг. 241). Двухсторонний кондуктор (фиг. 242) изготавливается в том случае, когда ящики разъемные и внутренний контур их обра-

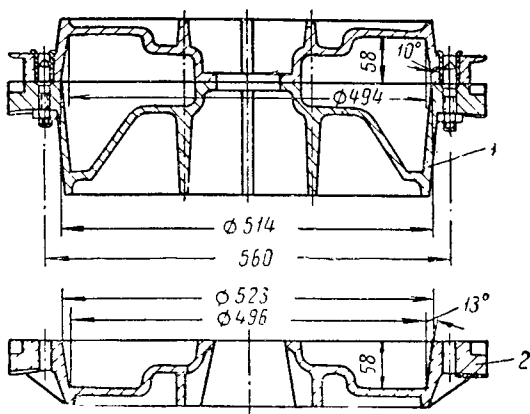


Фиг. 241. Слог-кондуктор:

- 1 — направляющие ребра;  
 2 — рамка из алюминиевого сплава;  
 3 — кондукторная втулка.



Фиг. 242. Кондуктор двухсторонний.



Фиг. 243. Разъемный стержневой ящик и сушильная плита:  
1 — стержневой ящик; 2 — сушильная плита.

батуется на токарном станке (фиг. 243). Обе стороны кондуктора служат для сверления отверстий в обеих половинках ящика для их спаривания, а также для сверления отверстий в сушильных плитах для спаривания с одной половинкой ящика.

## 2. СТАНОЧНАЯ ОБРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

### Оборудование

Механическая обработка металлических моделей весьма разнообразна. Участок модельного цеха для изготовления металлических моделей должен располагать комплектом универсального оборудования. Наибольшую группу станочного оборудования должны составлять универсальные горизонтальные и вертикальные фрезерные станки, так как фрезерование представляет наиболее универсальный вид обработки. Фрезерные станки оснащены делительной головкой, поворотным столом и съемными вертикальными шпиндельными головками. При фрезеровании широко применяются градусные клинья, наклонные столы для установки обрабатываемой заготовки под заданным углом.

Токарные станки по своим размерам должны быть самыми разнообразными, так как на них обрабатываются детали для моделей, начиная от самых мелких, в виде всевозможных шпилек, штырей, значков, и кончая деталями диаметром более метра.

Широко применяются также сверлильные станки, начиная от настольных, с диаметром сверл до 6 мм, и кончая радиально-сверлильными с вылетом шпинделя до 2 м.

Бормашины — опиловочно-зачистные станки с гибким валом — составляют неотъемлемую часть каждого рабочего места слесаря-модельщика.

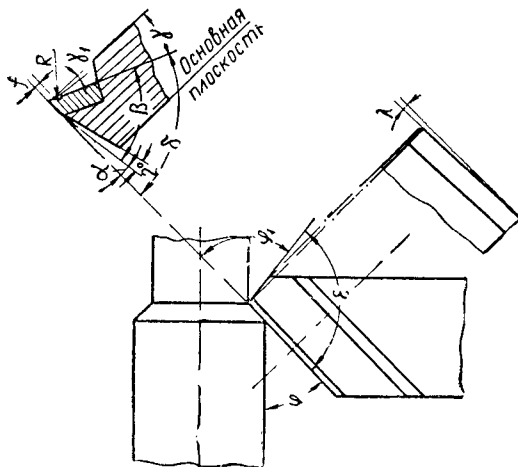
Широкое применение находят также расточные, просечные станки и ленточные пилы.

## Режущий инструмент

Режущий инструмент для механической обработки разделяется на нормальный и специальный. К нормальному инструменту относятся торцовые и концевые цилиндрические и конусные фрезы с уклоном от  $0^{\circ} 30'$  до  $10^{\circ}$ .

К специальному инструменту относятся фасонные фрезы, изготовленные для обработки часто повторяющихся деталей модельных комплектов. Инструменты, применяемые при обработке легких сплавов (фиг. 244—245), отличаются от инструментов, применяемых при обработке стали и чугуна, иной геометрией режущей части. В частности передний угол  $\gamma$  делается больше, а угол резания меньше, что улучшает выход стружки (фиг. 246 и 247).

Значения некоторых размеров и углов резцов и фрез даны в таблицах 160—164.



Фиг. 244. Резцы с пластинками из быстрорежущей стали:

$\alpha$  — задний угол;  
 $\beta$  — угол заострения;  
 $\gamma$  — угол резания;  
 $\gamma_1$  — передний угол;  
 $\lambda$  — передний угол фаски;  
 $\lambda$  — угол наклона главной режущей кромки;  
 $\phi$  — главный угол в плане;  
 $\phi_1$  — вспомогательный угол в плане;  
 $f$  — ширина фаски;  
 $\epsilon$  — угол при вершине в плане. Значения ширины фаски,  $f$  радиуса выемки  $R$  см в табл. 160, а значения углов  $\alpha$ ,  $\gamma$  и  $\gamma_1$  см. табл. 161.

Таблица 160

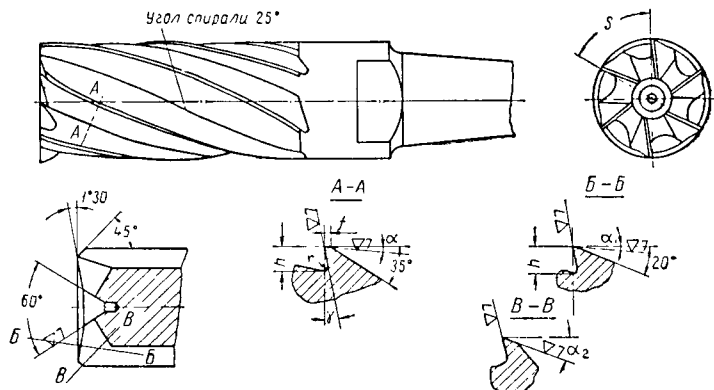
Рекомендуемые значения ширины фаски  $f$  и радиуса выемки  $R$  в мм (см. фиг. 244)

Сечения резцов		$f$				$R$
прямоугольное	квадратное	резцы проходные	резцы подрезные	резцы расточные	резцы отрезные	
—	8×8	0,2	0,2	0,1	—	3
8×12	10×10	0,3	0,2	0,1	0,1	3
10×16	12×12	0,3	0,2	0,1	0,1	3
12×20	16×16	0,4	0,3	0,15	0,15	4
16×25	20×20	0,6	0,4	0,2	0,2	5
20×30	25×25	0,8	0,6	0,3	0,4	6
25×40	30×30	1,0	0,8	0,4	0,4	8
30×45	40×40	1,2	1,0	0,5	0,5	10
40×60	—	1,5	1,2	0,6	0,6	10

Таблица 161

Рекомендуемые значения углов  $\alpha$ ,  $\gamma$  и  $\gamma_1$  в градусах (см фиг. 244)

Назначение резцов	$\alpha$	$\gamma$	$\gamma_1$
Обработка алюминия и легких сплавов . . . . .	20	35	10
Черновая обточка и расточка сталей с $\sigma_{\theta} \leq$ $\leq 100 \text{ кг/мм}^2$ и твердостью $HB \leq 290$ . . . . .	8	30	6
Чистовая обточка и расточка тех же сталей . . . . .	15	20	—

 $\sigma_{\theta}$  — предел прочности;  $HB$ — твердость по Бринеллю.

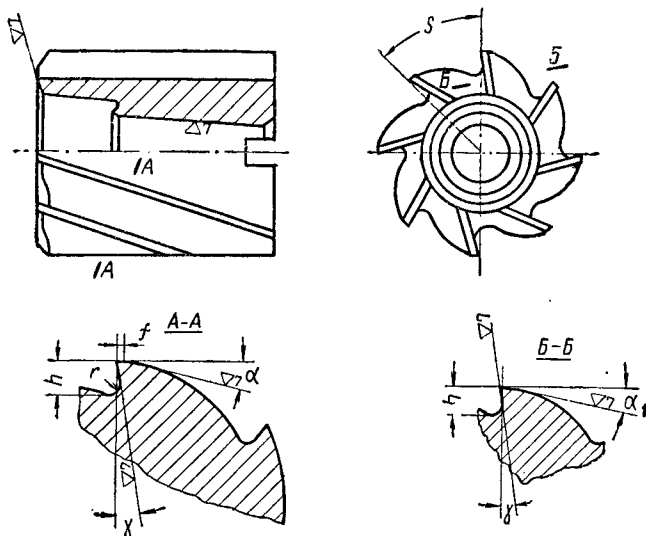
Фиг. 245. Концевая фреза (значения размеров и углов см. в табл. 162).

Таблица 162

Значения некоторых размеров и углов концевых фрез (см. фиг. 245)

Обрабатываемый материал	Тип фрез	$\gamma$ , град.	$\alpha$ , град.	$\alpha_1$ , град.	$\alpha_2$ , град.	$f$ , мм	$h$	$r$
Сталь ( $\sigma_{\theta} < 100 \text{ кг/мм}^2$ )	концевые	15	16	8	16	$0,5 \div 1,0$	$0,3S$	1—2
Чугун ( $HB < 150$ )	шпоночные	15	16	10	—	$1,5 \div 2,5$	$0,3S$	1—2
Сталь ( $\sigma_{\theta} > 100 \text{ кг/мм}^2$ )	концевые	10	12	8	12	$0,5 \div 1,0$	$0,3S$	1—2
Чугун ( $HB > 150$ )	шпоночные	10	12	10	—	$1,5 \div 2,5$	$0,3S$	1—2
Алюминий и его сплавы	концевые	25	20	10	20	$0,5 \div 1,0$	$0,4S$	2,5—3
	шпоночные	25	20	10	—	$1,5 \div 2,5$	$0,4S$	2,5—3

 $\sigma_{\theta}$  — предел прочности;  $HB$  — твердость по Бринеллю.



Фиг. 246. Торцовая фреза (значения размеров и углов см. в табл. 163).

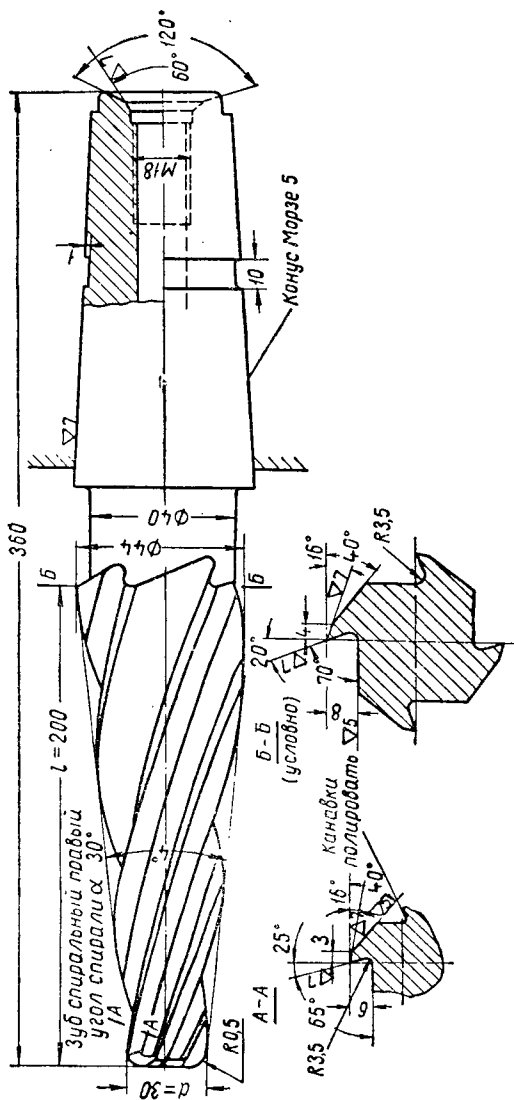
Таблица 163

Значения некоторых размеров и углов фрез торцовых насадок цельных и со вставными зубьями (см. фиг. 246)

Обрабатываемый материал	Тип фрез	$\gamma$ , град.	$\alpha$ , град.	$\beta$ , град.	Ширина задней грани $f$ , мм		$r$
Сталь ( $\sigma_B < 100 \text{ кг/мм}^2$ )	Крупнозубые	15	12	8	$1,0 \div 1,5$	$(0,3 \div 0,4)S$	$0,1S$
Чугун ( $HB < 150$ )	Мелкозубые	15	16	8	$1,0 \div 1,5$	$(0,5 \div 0,6)S$	$0,1S$
Сталь ( $\sigma_B > 100 \text{ кг/мм}^2$ )	Крупнозубые	10	12	8	$1,0 \div 1,5$	$(0,3 \div 0,4)S$	$0,1S$
Чугун ( $HB > 150$ )	Мелкозубые	10	16	8	$1,0 \div 1,5$	$(0,5 \div 0,6)S$	$0,1S$
Алюминий и его сплавы	Крупнозубые	25	20	10	$1,0 \div 1,5$	$(0,4 \div 0,5)S$	$0,15S$

$\sigma_B$  — предел прочности;  $HB$  — твердость по Бринеллю.





Фиг. 247. Концевая конусная фреза. Размеры в сечении Б—Б даны в плоскости, перпендикулярной зубу (размеры см. в табл. 164).

Таблица 164

Основные размеры концевых фрез (см. фиг. 247)

<i>d</i> , мм	<i>l</i> , мм	Уклон, град.	$\alpha$ , град.	Число зубьев	Конус Морзе №	
16	100	30'	25	4	3	
20	150	30'	25	4	4	
30	200	30'	25	4	5	
30	250	30'	25	4	5	
30	300	30'	25	4	5	
16	100	1	25	4	3	
20	150	1	25	4	4	
30	200	1	25	4	5	
30	250	1	25	4	5	
30	300	1	25	4	5	
16	100	2	25	4	3	
25	150	2	25	4	4	
30	200	2	Возможно больший	4	5	
30	250	2		4	5	
20	100	3	25	4	4	
20	160	3	25	4	4	
20	200	3	Возможно больший	4	5	
20	250	3	»	4	5	
20	300	3	»	4	5	
20	350	3	»	4	5	
16	100	5	25	4	4	
16	150	5	25	4	4	
20	200	5	30—40	4	5	
20	250	5	Возможно больший	4	5	
15	100	10	25	4	5	Фрезы с с обратным конусом
30	100	30'	25	4	5	
30	150	30'	25	4	5	
40	100	1	25	4	5	
40	150	1	25	4	5	
45	100	2	25	4	5	
45	150	2	25	4	5	
45	100	3	25	4	5	
45	150	3	25	4	5	
50	50	10	25	4	5	

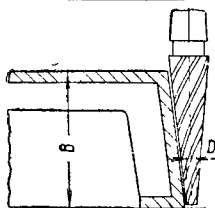
Примечание. Для фрез с обратным конусом указан диаметр шейки.

## Режимы обработки

Рекомендуемые режимы резания при токарной и фрезерной обработке модельных комплектов приводятся в табл. 165—168.

Таблица 165

Рекомендуемые режимы резания при фрезеровании концевыми фрезами модельных комплектов из алюминиевых сплавов



Число зубьев фрезы	Диаметр фрезы в мм	Ширина фрезерования В в мм	Подача на зуб мм/об	Черновая обработка				Чистовая обработка	
				глубина резания в мм					
				1,5÷3		4 ÷ 5		0,3 ÷ 0,5	
				подача в мм/мин.	число оборотов шпинделя в мин.	подача в мм/мин.	число оборотов шпинделя в мин.	подача в мм/мин	число оборотов шпинделя в мин.
4	10÷20	5)	0,08÷	250	675	185	580	280	675
		8)	0,06	220	550	175	550	250	550
		13)		175	445	145	445	240	500
4	15÷30	50	0,15÷	314	550	250	550	350	675
		80	0,07	264	510	200	445	290	550
		150		190	475	175	445	230	445
		200		140	445	125	400	180	445
5	20÷40	50	0,15÷	364	485	290	390	510	675
		80	0,05	298	460	240	370	360	550
		100		260	435	220	365	300	500
		150		200	400	180	360	230	475
		200		168	375	138	345	180	445
		250		148	350	75	300	166	445
		300		110	280	65	260	132	445

**Рекомендуемые режимы резания при токарной обработке тонкостенных модельных комплектов из алюминиевых сплавов**

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Скорость подачи в мм/мин										
	число оборотов шпинделя станка в минуту										
	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
	глубина резания 3 ÷ 4 мм										
	глубина резания $t = 0,5 \div 1$ мм										
100	1070	940	880	780	680	615	565	540	475	435	380
130	820	720	680	600	525	470	430	420	365	324	290
150	720	625	575	520	460	410	375	360	318	290	255
170	630	550	520	460	405	360	330	320	280	256	223
200	530	470	440	390	344	305	280	270	237	218	190
250	430	375	350	312	274	245	225	215	190	175	150
300	360	312	295	260	228	205	187	180	151	145	127
350	305	270	250	224	196	175	160	155	135	124	110
400	270	235	220	196	172	153	140	135	118	108	95
450	240	210	195	174	153	136	125	120	105	97	85
500	214	190	175	151	131	125	113	108	95	87	77
550	195	170	160	142	125	112	105	98	87	79	69
600	180	151	145	130	114	105	94	90	80	73	64
650	165	145	135	120	106	95	87	83	73	67	59
Скорость резания в м/мин	340	300	280	250	216	196	180	173	153	139	123

Таблица 161

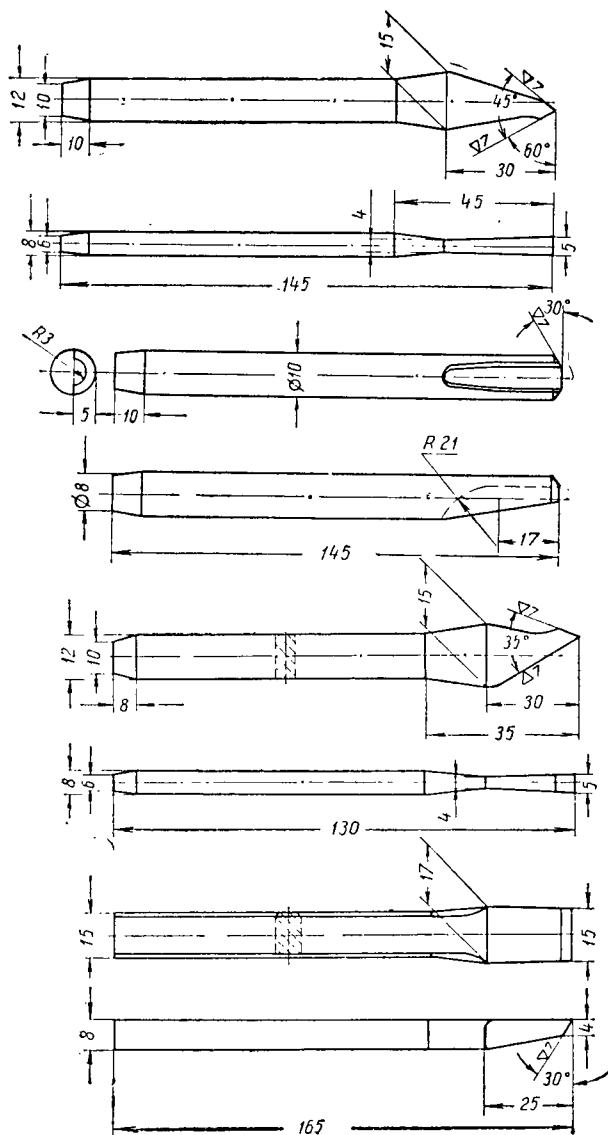
Рекомендуемые режимы резания при токарной обработке крупных модельных комплектов из алюминиевых сплавов

Диаметр обрабатываемой поверхности, мм	Скорость подачи в мм/об															
	0,1	0,12	0,15	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,9
	число оборотов шпинделя станка в мин.															
	глубина резания 0,5 ÷ 1 мм								глубина резания 3 ÷ 4 мм							
	264	246	225	203	180	125	113	108	97	88	81	78	69	62	53	46
500	250	224	205	185	165	113	103	99	88	80	74	70	62	56	48	42
550	230	206	188	170	150	104	95	90	81	73	68	65	57	52	44	38
600	210	190	173	156	139	96	87	83	74	68	63	60	53	48	40	35
650	196	176	160	145	129	90	81	78	69	63	58	55	49	44	38	33
700	183	164	150	135	120	84	75	73	64	59	54	52	46	41	35	30
750	171	154	140	127	113	78	71	68	60	55	51	48	43	39	33	29
800	161	145	132	120	107	74	67	64	57	52	48	46	40	37	31	27
850	152	137	125	113	100	70	63	60	54	49	45	43	38	34	29	25
900	144	129	118	107	95	66	60	57	51	46	43	41	36	32	28	24
950	137	126	112	101	90	62	56	54	48	44	40	39	34	30	26	23
1000	124	113	104	92	82	57	51	49	44	40	37	35	31	28	24	21
1100	114	105	94	85	75	52	47	45	40	37	34	32	28	26	22	19
1200	100	91	83	75	67	46	42	40	36	33	30	29	25	23	20	17
1350	90	82	75	68	60	42	38	36	32	29	27	26	23	21	18	15
1500	420	386	352	313	284	196	180	173	153	139	129	123	109	98	84	73
Скорость резания в м/мин																

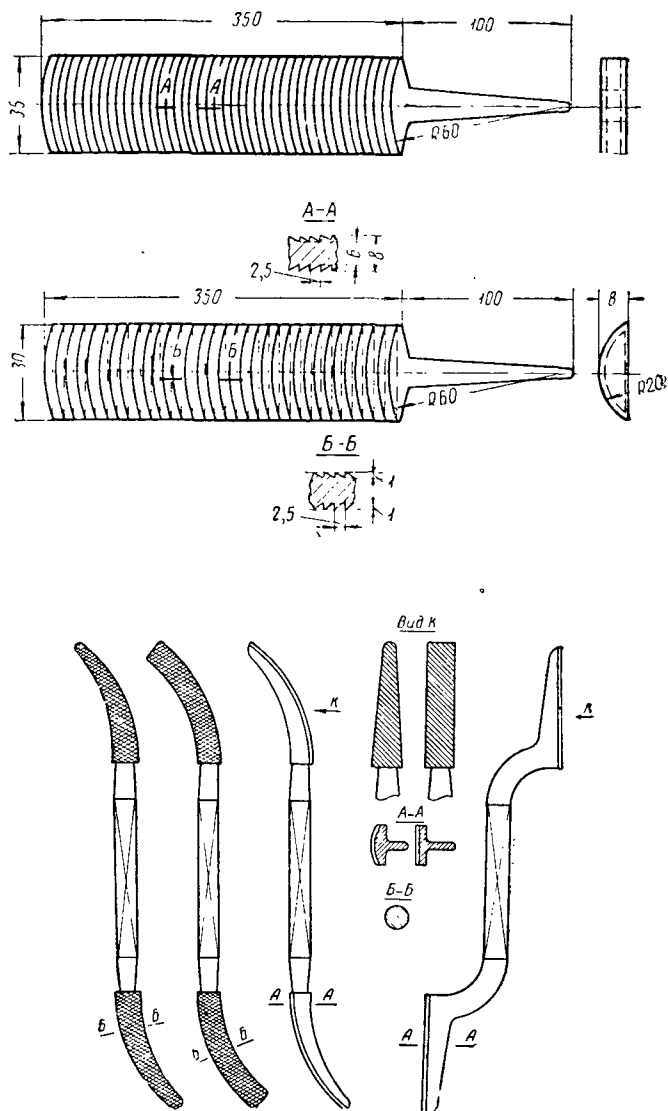
Примечания. 1. Значения подач до 0,25 брать при чистовой обработке.

2. При расточке стержневых ящиков табличные значения числа оборотов и скорости подачи умножать на 0,8.

3. При расточке ребристых и прерывистых поверхностей табличные значения скоростей подачи умножать на 0,7.



Фиг. 248. Различные виды зубил для обработки металлических моделей и стержневых ящиков.



Фиг. 249. Специальные напильники для обработки металлических моделей из алюминиевых сплавов.

Таблица 168

Рекомендуемые режимы резания при фрезеровании торцовыми фрезами модельных комплектов из алюминиевых сплавов

Число зубьев фрезы	Диаметр фрезы в мм	Ширина фрезерования в мм	Подача на зуб $s_z$ , мм	Черновая обработка						Чистовая обработка		
				глубина резания в мм								
				1—3		подача на зуб $s_z$ , мм	4—5		подача на зуб $s_z$ , мм	0,3—0,5		число оборотов шпинделя в минуту
				подача в мм/мин	число оборотов шпинделя в минуту		подача в мм/мин	число оборотов шпинделя в минуту		подача в мм/мин	число оборотов шпинделя в минуту	
6	50	30	0,12	430	620	0,1	400	560	0,06	250	700	
6	75	50	0,13	390	500	0,12	330	460	0,08	240	500	
5	90	55	0,15	320	430	0,13	250	393	0,1	210	420	
6	110	70	0,16	312	326	0,14	244	290	0,09	200	360	
6	130	100	0,16	264	274	0,14	210	250	0,09	190	350	
7	150	90	0,15	254	243	0,13	200	218	0,08	175	310	
8	175	150	0,13	230	222	0,12	167	200	0,08	165	260	
10	250	230	0,12	170	153	0,1	150	135	0,06	140	230	

### 3. СЛЕСАРНАЯ ОБРАБОТКА МОДЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ

Слесарные инструменты, употребляемые при изготовлении металлических модельных комплектов, разнообразны. Помимо обычных слесарных инструментов, применяемых при обработке любых металлических деталей, применяются и специальные инструменты.

**Зубила.** Сложные поверхности, не поддающиеся станочной механической обработке, наиболее производительно обрабатываются специальными зубилами, снимающими значительный слой металла за один проход (фиг. 248).

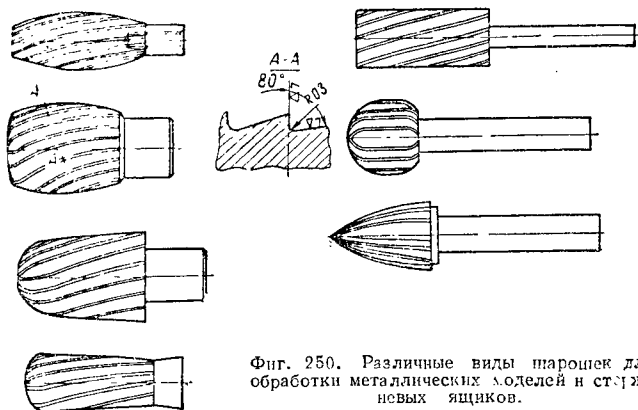
**Напильники.** Применяемые при обработке алюминиевых сплавов напильники имеют своеобразную нарезку зубьев (фиг. 249).

Напильники с такой насечкой зубьев снимают за один проход значительно больший слой металла, чем любой напильник с обычной насечкой. Сечения и форма этих напильников могут быть самыми различными.

**Шарошки.** Для грубой слесарной обработки поверхностей модельного комплекта наиболее распространенным режущим инструментом являются шарошки различной формы, приводимые во вращательное движение бормашинами. Формы наиболее часто применяемых шарошек приводятся на фиг. 250.

**Шаберы.** Окончательная слесарная обработка и доводка поверхностей модельного комплекта производится шаберами. Размеры  $R$  и  $l$  и форма шаберов зависят от формы и размеров обрабатываемых поверхностей модельного комплекта. Примерные конструкции шаберов изображены на фиг. 251.





Фиг. 250. Различные виды шарошек для обработки металлических моделей и стержневых ящиков.

**Сверла.** Для получения отверстий, в которых затем должна нарезаться метрическая резьба, применяются сверла, размеры которых приведены в табл. 169.

Из контрольно-измерительного и разметочного инструмента при слесарной обработке широко применяются шаблоны. Шаблоны подразделяются на накладные, протяжные и приставные.

Накладные шаблоны предназначаются для изготовления моделей и стержневых ящиков со сложным контуром. Накладные шаблоны обычно охватывают весь контур модели или стержневого ящика в плоскости разреза.

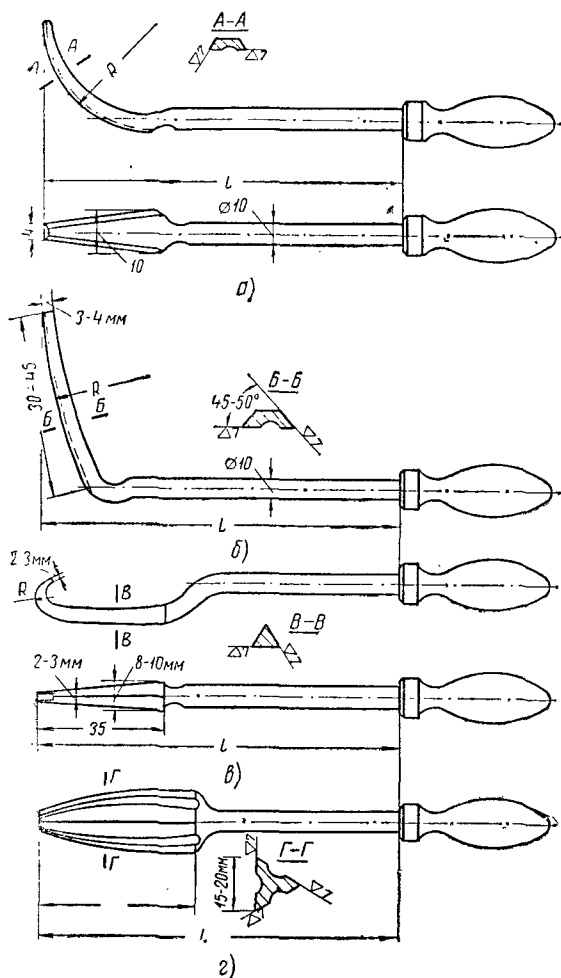
Протяжные шаблоны применяются при обработке точных моделей, в особенности в тех случаях, когда отливаемые по этим моделям детали соединяются между собой.

Приставные шаблоны изготовляют для наружных и внутренних поверхностей модели и ящиков в случае невозможности обработать их без шаблона. Промодели на фигурные части модели при изготовлении подгоняются к основной части модели по месту.

Таблица 169

Размеры сверл

Резьба	Диаметр сверла, мм	Резьба	Диаметр сверла, мм	Резьба в дюймах	Диаметр сверла для дюймовой резьбы, мм	Диаметр сверла для трубной резьбы, мм
M4	3,2	M20	17,2	1/4	5,0	11,7
M5	4,1	M22	19,2	5/16	7,8	15,2
M6	4,9	M24	20,5	1/2	10,4	18,9
M8	6,6	M27	23,5	5/8	16,3	24,3
M10	8,3	M30	26,0	1	22,0	30,5
M12	10,0	M36	31,3	1 1/4	27,7	39,2
M14	11,7	M42	36,7	1 1/2	33,4	45,0
M16	13,8	M48	42,0	1 3/4	38,8	51,0
M18	15,2			2	44,5	57,0



Фиг. 251. Различные виды шаблонов для обработки металлических моделей и стержневых ящиков:

а — для обработки цилиндрических и конусных (вогнутых) поверхностей и поверхностей сопряжения; б — для обработки плоскостей, цилиндрических поверхностей большого диаметра и поверхностей сопряжений; в — для обработки плоскостей, галтелей, цилиндрических поверхностей и поверхностей сопряжения; г — для обработки плоскостей.

## 4. НОРМЫ ТОЧНОСТИ И ЧИСТОТЫ

Припуски на механическую обработку заготовок для моделей и стержневых ящиков из алюминиевых сплавов приведены в табл. 170.

Допуски и посадки, применяемые в машиностроении, приведены в табл. 171.

Степени чистоты поверхности металлических деталей при различных способах обработки даны в табл. 172.

Таблица 170

Чистота поверхностей металлических деталей  
при различных способах обработки

Обозначение	Среднее квадратичное отклонение неровностей поверхности в мк	Характеристики поверхности	Примеры поверхностей, обозначаемых данным знаком	Способы получения данной поверхности
Без знака	—	Черная	Поверхности отливок, проката, штамповки, отрезки	Отливка, ковка, прокатка, волочение, отрезка пилами, ножницами, вырубка, штамповка
S	—	Черная, ровная. Защищенная от неровностей заусенцев и пр.	Защищенные поверхности отливок, поковок, проката, штамповки, отрезки	Зачистка зубилом, напильником, абразивными кругами, очистка в барабане, пескоструйная очистка
▽1	100—50	Грубая: грубые следы обработки	Проходные отверстия, поверхности прилегания защитных кожухов	Обработка обдирочным резцом, обдирочной фрезой, сверление, обработка драчевым напильником, абразивным обдирочным кругом
▽2	50—25			
▽3	25—12,5			
▽4	12,5—6,3	Получистая: малозаметные следы обработки	Отверстия под подшипники качения и под втулки подшипников скольжения, направляющие отверстия в незакаленных деталях, плоскости направляющих под шабрение	Обработка чистовым резцом, чистовой фрезой, разверткой, зенкером, протяжкой, личным напильником, шлифовальным кругом
▽5	6,3—3,2			
▽6	3,2—1,6			
▽7	1,6—0,8	Чистые: без видимых невооруженным глазом следов обработки	Шейки и цапфы валов и шпинделей цилиндрические, направляющие, центрирующие и базовые шейки для инструмента, шейки и цапфы под подшипники качения	Шлифование, полирование, обточка алмазным резцом, чистовое развертывание, чистовая протяжка, шевинг-процесс
▽8	0,8—0,4			
▽9	0,4—0,2			
▽10	0,2—0,1	Весьма чистая: высшая степень чистоты и гладкости	Поверхности трения особо ответственных деталей, рабочие поверхности точного измерительного инструмента	Особо тонкое шлифование, ручная доводка, обработка на притирочных или доводочных стайках (суперфиниш, лаппинг и хонинг)
▽11	0,1—0,05			
▽12	0,05—0,025			

## Допуски и посадки, применяемые

Классы точности	Отклонения и посадки	Условное обозначение	Диаметр				
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30
2	Отклонение отверстия	A	$0^{+10}$	$0^{+13}$	$0^{+16}$	$0^{+19}$	$0^{+23}$
	Глухая	Г	$+6^{+13}$	$+8^{+16}$	$+10^{+20}$	$+12^{+24}$	$+15^{+30}$
	Напряженная	H	$+1^{+7}$	$+1^{+9}$	$+2^{+12}$	$+2^{+14}$	$+2^{+17}$
	Скользкая	C	$-6^0$	$-8^0$	$-10^0$	$-12^0$	$-14^0$
	Движения	D	$-9^{-3}$	$-12^{-4}$	$-15^{-5}$	$-18^{-6}$	$-22^{-8}$
3	Отклонение отверстия	A <sub>3</sub>	$0^{+20}$	$0^{+25}$	$0^{+30}$	$0^{+35}$	$0^{+45}$
	Прессовая 1-я	ПР <sub>13</sub>	$-$	$+30^{+55}$	$+35^{+65}$	$+40^{+75}$	$+50^{+95}$
	Скользкая	C <sub>3</sub>	$-20^0$	$-25^0$	$-30^0$	$-35^0$	$-45^0$
	Ходовая	H <sub>3</sub>	$-32^{-7}$	$-44^{-11}$	$-55^{-15}$	$-70^{-20}$	$-85^{-25}$
	Широкоходовая	Ш <sub>3</sub>	$-50^{-17}$	$-65^{-25}$	$-85^{-35}$	$-105^{-45}$	$-130^{-60}$

Таблица 171

в машиностроении

в мм

30—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500
$0^{+27}$	$0^{+30}$	$0^{+35}$	$0^{+40}$	$0^{+45}$	$0^{+60}$	$0^{+60}$
$+18^{+35}$	$+20^{+40}$	$+23^{+45}$	$+25^{+50}$	$+30^{+60}$	$+35^{+70}$	$+40^{+80}$
$+3^{+20}$	$+3^{+23}$	$+3^{+26}$	$+4^{+30}$	$+4^{+35}$	$+4^{+40}$	$+5^{+45}$
$-17^0$	$-20^0$	$-23^0$	$-27^0$	$-30^0$	$-35^0$	$-40^0$
$-27^{-10}$	$-32^{-12}$	$-38^{-15}$	$-45^{-18}$	$-52^{-22}$	$-60^{-26}$	$-70^{-30}$
$0^{+50}$	$0^{+60}$	$0^{+70}$	$0^{+80}$	$0^{+90}$	$0^{+100}$	$0^{+120}$
$+60^{+110}$	$+75^{+135}$	$+90^{+160}$	— —	— —	— —	— —
$-50^0$	$-60^0$	$-70^0$	$-80^0$	$-90^0$	$-100^0$	$-120^0$
$-100^{-32}$	$-120^{-40}$	$-140^{-50}$	$-165^{-60}$	$-195^{-75}$	$-225^{-90}$	$-255^{105}$
$-160^{-75}$	$-195^{-95}$	$-235^{-120}$	$-285^{-150}$	$-330^{-180}$	$-380^{-210}$	$-440^{-250}$

Классы точности	Отклонения и посадки	Условные обозначения	Диаметр				
			1—3	3—6	6—10	10—18	18—30
4	Отклонение отверстия	A <sub>4</sub>	$\begin{smallmatrix} +60 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +80 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +100 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +120 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +140 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	Скользящая	C <sub>4</sub>	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -60 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -80 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -100 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -120 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -140 \end{smallmatrix}$
	Ходовая	H <sub>4</sub>	$\begin{smallmatrix} -30 \\ -90 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -40 \\ -120 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -50 \\ -150 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -90 \\ -180 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -70 \\ -210 \end{smallmatrix}$
	Легкоходовая	L <sub>4</sub>	$\begin{smallmatrix} -60 \\ -120 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -80 \\ -160 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -100 \\ -200 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -120 \\ -240 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -140 \\ -200 \end{smallmatrix}$
	Широкоходовая	Ш <sub>4</sub>	$\begin{smallmatrix} -120 \\ -180 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -160 \\ -240 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -200 \\ -300 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -240 \\ -360 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -280 \\ -420 \end{smallmatrix}$
	Отклонения отверстия	A <sub>5</sub>	$\begin{smallmatrix} +120 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +160 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +200 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +240 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +280 \\ 0 \end{smallmatrix}$
5	Скользящая	C <sub>5</sub>	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -120 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -160 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -200 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -280 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -280 \end{smallmatrix}$
	Ходовая	H <sub>5</sub>	$\begin{smallmatrix} -60 \\ -180 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -80 \\ -240 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -100 \\ -300 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -120 \\ -360 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} -140 \\ -420 \end{smallmatrix}$
7	Отклонения отверстия	A <sub>7</sub>	$\begin{smallmatrix} +250 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +300 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +360 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +430 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +520 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	Отклонение вала	B <sub>7</sub>	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -250 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -300 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -360 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -430 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -520 \end{smallmatrix}$
8	Отклонение отверстия	A <sub>8</sub>	$\begin{smallmatrix} +400 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +480 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +580 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +700 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +840 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	Отклонение вала	B <sub>8</sub>	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -400 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -480 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -580 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -700 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -840 \end{smallmatrix}$
9	Отклонения отверстия	A <sub>9</sub>	$\begin{smallmatrix} +600 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +750 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +900 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +1100 \\ 0 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} +1300 \\ 0 \end{smallmatrix}$
	Отклонение вала	B <sub>9</sub>	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -600 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -750 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -900 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -1100 \end{smallmatrix}$	$\begin{smallmatrix} 0 \\ -1300 \end{smallmatrix}$

Условные обозначения допустимые отклонения отверстия — A, вала — B, прессовой — ПР, ходовой — Х, широкоходовой — Ш, легкоходо-

Таблица 171 (окончание)

в мм						
30—50	50—80	80—120	120—180	180—260	260—360	360—500
0 +170	0 +200	0 +230	0 +260	0 +300	0 +340	0 +380
-170 0	-200 0	-230 0	-260 0	-300 0	-340 0	-380 0
-80 -250	-100 -300	-120 -350	-130 -400	-150 -450	-170 -500	-190 -570
-170 -340	-200 -400	-230 -460	-260 -530	-300 -600	-340 -680	-380 -760
-340 -500	-400 -600	-460 -700	-530 -800	-600 -900	-680 -1000	-760 -1100
0 +340	0 +400	0 +460	0 +530	0 +600	0 +680	0 +760
-340 0	-400 0	-460 0	-530 0	-600 0	-680 0	-760 0
-170 -500	-200 -600	-230 -700	-260 -800	-300 -900	-340 -1000	-380 -1100
0 +620	0 +740	0 +870	0 +1000	0 +1150	0 +1350	0 +1550
-620 0	-740 0	-870 0	-1000 0	-1150 0	-1350 0	-1550 0
0 +1000	0 +1200	0 +1400	0 +1600	0 +1800	0 +2200	0 +2500
-1000 0	-1200 0	-1400 0	-1600 0	-1800 0	-2200 0	-2500 0
0 +1600	0 +1900	0 +2200	0 +2500	0 +2900	0 +3300	0 +3800
-1600 0	-1900 0	-2200 0	-2500 0	-2900 0	-3300 0	-3800 0

вала — В; посадок: глухой — Г, напряженной — Н, скользящей — С, движимой — Л.

Таблица 172

Припуски (мм) на механическую обработку заготовок для моделей и стержневых ящиков из алюминиевых сплавов

Наибольший габаритный размер модели в плане, мм	Положение поверхности при заливке	Номинальный размер высоты модели, мм						
		до 50	51—120	121—260	261—500	501—800	801—1250	1251—2000
До 120	верх,	2,0	2,0	—	—	—	—	—
	низ, бок	2,0	2,0	—	—	—	—	—
121— 260	верх,	3,0	3,0	3,0	—	—	—	—
	низ, бок	2,0	2,0	2,0	—	—	—	—
261— 500	верх,	3,0	4,0	4,0	5,0	—	—	—
	низ, бок	3,0	3,0	4,0	4,0	—	—	—
501— 800	верх,	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	—	—
	низ, бок	3,0	4,0	4,0	5,0	5,0	—	—
801—1250	верх,	4,0	5,0	5,0	6,0	7,0	7,0	—
	низ, бок	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	—
1251—2000	верх,	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	8,0	8,0
	низ, бок	4,0	5,0	5,0	5,0	6,0	6,0	6,0

Примечание. Припуски на механическую обработку мелких частей модели, неудобных для станочной обработки, делаются равными 0,2—0,5 мм на сторону для слесарной обработки.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Стебаков Е. С. Металломодельщик. Оборонгиз, 1947.
2. Ложичевский А. С. Металлические модели. Машгиз, 1958.
3. Материалы ВПТИ тяжелого машиностроения. Изготовление литейных моделей из пластмасс, 1961.
4. Нормали машиностроения (МН 939—60 по 984—60) на ящики стержневые металлические и плиты для сушки стержней. Стандартгиз, Москва, 1960.

Технический редактор Н. П. Ермаков. Корректор М. Г. Гарипова  
Переплет художника М. Н. Гарипова

Сдано в производство 21/XI 1962 г. Подписано к печати 4/X 1963 г. Т. 13404.  
Тираж 17 600 тыс. экз. Печ. л. 18,5. Бум. л. 5,63 Уч.-изд. л. 21,0.  
Формат 84×108/32. Цена 84 коп. Заказ 908.

Типография изд-ва «Уральский рабочий», Свердловск, проспект Ленина, 49.



84 коп.



Москва, Б-68, 1-й Басманный пер. 3

*Справочник*  
**РАБОЧЕГО-  
МОДЕЛЬЩИКА**

*Машиниз*